TRES SECRET

Projet M O N T G O L F I E R

Paris, le 1er Juillet 1957

Exemplaire n° 2

Le présent rapport couvre une étude connue au sein de SUD AVIATION sous le nom de "Projet Montgolfier".

Cinq périodes peuvent être distinguées dans la chronologie de ce Projet.

1 - La première période est relative à une étude documentaire. Notre attention avait été attirée par certains articles parus dans la presse étrangère, nous révélant la possibilité d'un nouveau mode de propulsion. Nous avons communiqué à notre représentant technique aux Etats-Unis, Mr. J. CORNILLON, cette documentation fragmentaire, nous apprenant l'existence aux Etats-Unis d'un "Project Winterhaven", qui aurait l'ampleur du Projet Manhattan. L'objet de ce Projet Winterhaven était de faire voler un véhicule propulsé par ce nouveau moteur, appelé tantôt "électrocinétique", tantôt "électrogravitique".

Mr. CORNILLON a repris ces recherches documentaires sur place et est entré en relations avec Mr. T.T. BROWN, qui semble avoir été à l'origine des essais destinés à mettre en évidence le phénomène qu'il appelle "effet Biefeld-Brown", sur lequel reposait en grande partie le "Project Winterhaven".

Cet effet serait le suivant : la résultante des forces s'exerçant sur un condensateur chargé n'est pas nulle et tend à déplacer l'ensemble du condensateur, face positive vers l'avant.

A la suite de premiers contacts entre MM. CORNILLON et BROWN, et après que ce dernier ait affirmé pouvoir nous montrer des expériences démontrant la réalité du phénomène, il a été envisagé de faire venir Mr. BROWN en France.

Pendant ce temps, et au reçu d'un document décrivant une expérience de base sur l'effet Biefeld-Brown, nous avons tenté de vérifier ces dires. Les dispositifs expérimentaux seront décrits dans les annexes 1.1- et 1.2-

Ces essais rudimentaires ne nous permettant pas de conclure à l'inexistence de l'effet en question, il est alors décidé de demander à Mr. BROWN de venir en France.

2 - La deuxième période couvre la durée du séjour de Mr. BROWN à Paris (Juin 1955).
Il nous propose à ce moment deux expériences-type :

2.1- déplacement d'un condensateur noyé dans une cuve d'huile de transformateur (voir annexe 2.1-) ;

2.2- déplacement dans l'air d'un "engin" suspendu à un manège ("Carroussel", voir annexe 2.2-) ; cet "engin" se compose d'un disque (suspendu de telle sorte que son axe soit vertical) et d'un fil fin installé parallèlement au bord du disque, interceptant un angle au centre de 120° environ et mécaniquement lié au disque par des entretoises en plexiglas.
Dans le cas des expériences faites pendant cette période, le disque était porté à une haute tension négative et le fil était relié à la masse.

.../

Ces expériences n'étant pas jugées probantes, du fait de la présence de l'air et de l'emploi d'une seule polarité, il est décidé à ce moment, pour continuer la vérification des assertions de Mr. BROWN, de réaliser notamment des expériences sous vide et des essais utilisant des sources de tension des deux polarités.

3 - La troisième période va de Juillet 1955, date de la fin du premier séjour de Mr. BROWN, à fin Mars 1956, date de la fin de son second séjour parmi nous.

Pendant cette période sont réalisés et utilisés trois dispositifs expérimentaux :

3.1- Un manège (Gyron) plus grand que le précédent (Carroussel) et prévu pour l'utilisation de tensions plus élevées et des deux polarités (+ 250 kV et - 250 kV). - Voir annexe 3.1 - Nous avons dû renoncer provisoirement à l'utilisation de ce dispositif, parce que :

- Nous n'avons pas pu disposer des tensions prévues ;
- Pourquoi ? Les efforts obtenus lors des essais Carroussel se sont rapidement révélés comme étant principalement d'origine électrostatique, et les efforts recherchés (s'ils existent) d'un ordre de grandeur nettement plus faible. Nous avons en effet constaté que le sens de la force, et partant, le sens de la rotation des engins essayés, ne s'inversait pas, consécutivement à une inversion des polarités, ainsi qu'on pouvait le penser d'après les affirmations de Mr. BROWN.

Cependant, des essais nous ont permis de supposer que nous avions affaire à une somme algébrique de forces, l'une $\vec{E}$, liée aux caractéristiques géométriques des armatures et d'origine électrostatique, l'autre $\vec{P}$, polarisée et représentant l'effet recherché.

.../

3.2- Dans l'espoir de mettre en évidence des résultantes différentes de cette somme de forces, nous avons réalisé un dispositif suspendu (Escarpolette) plus sensible que le Gyron, qui, par une méthode de zéro, devait nous permettre de résoudre les deux équations $\vec{E} + \vec{P} =$ .... et $\vec{E} - \vec{P} =$ .....

Les forces $\vec{E}$ se sont révélées trop importantes et trop irrégulières (humidité relative de l'air, ionisation) et nous n'avons pas atteint notre but (Voir annexe 3.2-) Mais nous avons eu confirmation de la nécessité qu'il y avait à opérer soit sous vide, soit avec armatures et polarités symétriques.

3.3- D'où réalisation d'un appareillage pour essais, sous vide, du même engin miniaturisé.

3.3.1- L'appareillage du type standard dont nous pouvions disposer nous permet de faire un vide de 10^{-5} mm Hg dans une cloche de 290 mm. de diamètre et 360 mm. de hauteur comportant en son sommet un passage haute tension. Cette entrée haute tension est destinée à être reliée à l'une des armatures du système étudié, l'autre armature étant reliée à la masse.

Le dispositif mis en place sous la cloche est un manège du type "Carroussel", mais conçu de façon à nous permettre soit des essais qualitatifs en rotation continue, soit des essais quantitatifs en torsion (Voir annexe 3.3.1-).

3.3.2- Avec ce dispositif tournant utilisé en rotation continue, nous avons répété à pression atmosphérique et <u>en l'absence de cloche</u>, les quatre cas possibles d'expérience avec disques et fils, c'est-à-dire :

.../

- disque haute tension positive, fil à la masse ;
- disque haute tension négative, fil à la masse ;
- disque à la masse, fil haute tension positive ;
- disque à la masse, fil haute tension négative.

Ces essais (voir annexe 3.3.2-) nous ont permis de vérifier la prédominance des effets non polarisés à pression atmosphérique.

Nous avons répété ce qui précède à pression atmosphérique mais <u>sous cloche</u>, toutes choses égales par ailleurs. Nous avons constaté qualitativement les mêmes effets que ci-dessus, mais les vitesses de rotation de l'ensemble sont, toutes choses égales par ailleurs, très inférieures à celles des essais précédents (voir annexe 3.3.2-).

Les essais décrits au présent paragraphe avaient du reste essentiellement pour but de rechercher si la cloche ne pouvait pas être responsable d'un mouvement de rotation entretenu.

Toujours afin de valider les essais ultérieurs, nous avons réalisé un tourniquet électrostatique à pointes et avons vérifié qu'il tourne bien à pression atmosphérique (sans et avec cloche) mais que, sous vide, la force résiduelle propulsive est insuffisante pour vaincre les frottements, et que le système reste immobile. (voir annexe 3.3.3-).

3.3.4- Nous avons repris, mais cette fois sous vide (environ 5.10^{-5} mm Hg) les quatre cas d'expérience cités en 3.3.2-

3.3.4.1- On constate cette fois une polarisation du sens de rotation, c'est-à-dire un mouvement de l'ensemble toujours dirigé "positif" en avant dans

.../

chacun des quatre cas d'expérience, avec toutefois des rotations plus ou moins régulières et des vitesses plus ou moins élevées.

Ces irrégularités quantitatives sont dues :

- à la proximité de la cloche de verre et des armatures chargées électriquement ;
- à la nature de la cloche, sur laquelle les charges induites par les armatures se distribuent de façon incontrôlable et finissent par arrêter le mouvement pour une tension maintenue constante.

On constate également que le mouvement est souvent précipité par des "flashes" intérieurs à la cloche, qui peuvent agir soit en débarrassant brusquement la cloche des charges parasites qui la tapissaient, soit en créant un gradient de tension important qui accroît la force propulsive.

Dans cet état de choses, il nous était donc impossible de passer à des essais quantitatifs en torsion, car nous aurions mesuré essentiellement les forces d'attraction entre les charges sur armatures et les charges déposées en tel ou tel point de la cloche.

Nous avons, par ailleurs, constaté qu'il suffisait de rendre la cloche conductrice, soit en la mouillant extérieurement, soit en interposant un écran métallique fixe mis à la masse, pour arrêter le mouvement du dispositif essayé.

Ceci nous a semblé normal car on accroît de ce fait les charges fixes.

.../

Inversement, nous avons pu constater qu'à une humidité très faible de l'air ambiant, correspondaient des rotations dont les caractéristiques régularité et vitesse étaient bien améliorées (essais faits en février 1956 par une température ambiante très inférieure à 0° centigrade). Voir annexe 3.3.4.1 -

3.3.4.2- Nous avons vérifié, en diminuant progressivement la pression dans la cloche depuis la pression atmosphérique jusqu'au vide maximum dont nous disposons, que la force résultante agissant sur le système semblait bien être la somme de deux forces dont l'une $\vec{E}$ non polarisée, est largement prédominante à pression atmosphérique, et l'autre $\vec{P}$ polarisée, reste seule pratiquement présente aux pressions minima obtenues.

Ainsi, dans les deux cas d'expérience (polarité positive sur fil, pour l'un, et polarité négative sur disque, pour l'autre), où il se trouve que l'effet $\vec{E}$ travaille dans le même sens que $\vec{P}$, le système se déplace positif en avant, que ce soit à pression atmosphérique ou dans le vide.

Par contre, dans les deux autres cas d'expérience (polarité négative sur fil pour l'un, et polarité positive sur disque pour l'autre), où il se trouve que l'effet $\vec{E}$ travaille dans le sens opposé à $\vec{P}$, le système qui se déplace négatif en avant à pression atmosphérique, se déplace positif en avant sous vide (Voir annexe 3.3.4.2-).

.../

3.4- Essais sous vide et à pression atmosphérique d'un condensateur plan à diélectrique air (ou vide).

Utilisant l'appareillage décrit sommairement en 3.3.1-, nous avons essayé un condensateur à faces planes, verticales et parallèles, constitué par deux armatures planes circulaires, l'une reliée à la source de haute tension, l'autre mise à la masse, le diélectrique étant l'air ou le vide.

Nous avons obtenu des résultats compatibles avec les résultats précédents, c'est-à-dire :

- dans l'air, le condensateur est animé d'un mouvement de rotation haute tension en avant quelle que soit la polarité. Ceci nous semble explicable, l'armature haute tension du côté intérieur et particulièrement les bords arrondis jouant un rôle analogue à celui des pointes d'un "tourniquet" (Voir annexe 3.4.-).
- par contre, sous vide, le condensateur se déplace armature positive en avant, malgré les inversions de polarité (Voir annexe 3.4-).
- Sous vide, les mêmes observations s'appliquent ici qu'en 3.3.4.1-

3.5- Essais sous vide et à pression atmosphérique d'un condensateur plan à diélectrique en plexiglas.

Reprenant les mêmes essais qu'en 3.4-, nous avons constaté :

- qu'à pression atmosphérique, le condensateur est animé d'un mouvement de rotation, armature mise à la masse en avant, quelle que soit la polarité.

Ceci nous semble aussi explicable, l'armature haute tension du côté extérieur et particulièrement les bords arrondis jouant un rôle analogue à celui des pointes d'un "tourniquet" (voir annexe 3.5.-).

.../

Par contre, sous vide, le condensateur se déplace armature positive en avant, malgré les inversions de polarité (Voir annexe 3.5-).

3.6- A l'arrivée de Mr. BROWN lors de son second séjour parmi nous, nous lui avons évidemment présenté les expériences décrites ci-dessus, qui à sa connaissance, n'avaient jamais été réalisées.

Mr. BROWN a alors orienté nos essais dans une direction différente de celle que nous avions suivie jusqu'alors. Il s'est principalement agi d'augmenter le champ entre armatures à l'aide de pointes, et aussi de varier les matériaux des armatures.

Les variations dues aux divers états de conductibilité de la cloche étant supérieures aux variations que l'on aurait peut-être pu observer grâce aux différentes modifications proposées par Mr. BROWN, il a été impossible, malgré une centaine d'essais, de mettre nettement en évidence une amélioration dûe à l'un quelconque des paramètres essayés (voir annexe 3.6-).

4 - La quatrième période va de la fin du second séjour de Mr. BROWN à Paris, fin Mars 1956, à Décembre 1956.

A cause des déficiences propres à l'enceinte à vide que nous utilisions pour nos essais, nous nous trouvions dans une impasse. Restait donc à orienter nos travaux d'une manière différente, c'est-à-dire à opérer avec des armatures de formes géométriques symétriques et des tensions des deux polarités.

4.1- Nous avions aussi à éprouver une hypothèse formulée par Mr. CORNILLON concernant les rotations observées sous vide. Les mouvements de rotation auraient été dus à un effet dit "anodique" : une partie des particules arrachées à l'anode et se dirigeant vers la cathode, ne rencontrerait pas cette dernière et fournirait des réactions sur l'ensemble du système tournant.

.../

Dans un double but, à savoir :

- répondre à l'hypothèse formulée par Mr. CORNILLON ;
- diminuer l'effet "de tourniquet",

nous avons essayé le dispositif disque et fil en intercalant cette fois un bloc de plexiglas entre les deux "armatures", d'une part recouvrant la moitié du disque, d'autre part, enveloppant complètement le fil (Voir annexe 4.1-).

Quatre configurations étant possibles (comme plus haut en 3.3.2-), nous avons d'abord vérifié que, dans ces quatre cas, nous avions des rotations sous vide. Ce qui fut fait de façon peu satisfaisante et de façon strictement qualitative, l'humidité de l'air nous occasionnant toujours les mêmes ennuis de cloche. Nous avons repris ces essais à l'air libre, et avons constaté :

- que, dans la configuration haute tension positive sur fil, disque à la masse, l'ensemble se déplace quelquefois fil en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif, mais beaucoup plus souvent disque en avant, c'est-à-dire dans le sens positif vers négatif ;
- que, dans la configuration haute tension négative sur fil, disque à la masse, l'ensemble se déplace disque en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif ;

- que, dans la configuration haute tension négative sur disque, fil à la masse, l'ensemble se déplace fil en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif ;

- que, dans la configuration haute tension positive sur disque, fil à la masse, l'ensemble se déplace disque en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif.

.../

Des quatre observations qui précèdent, les trois premières nous ont semblé explicables, tout au moins en ce qui concerne la première dans le cas où l'ensemble se déplace disque en avant.

En effet, l'armature (disque ou fil) portée à une haute tension étant l'endroit de plus grand champ, siège d'un effet "de tourniquet", l'ensemble se déplace dans le sens "armature haute tension" vers "armature masse".

Cependant, la quatrième observation était en contradiction flagrante avec cette explication, et semblait au contraire renforcer l'hypothèse d'une somme de forces. De plus, les rotations tantôt dans un sens tantôt dans l'autre, de la première configuration pouvaient être expliquées par le fait que, le rayon de courbure du fil étant considérablement plus petit que le rayon de courbure du disque, $\vec{E}$ était beaucoup plus grand dans la première configuration que $\vec{E'}$ dans la quatrième et, selon l'humidité de l'air et l'ionisation, pouvait contrer plus ou moins la force polarisée $\vec{P}$. (Voir annexe 4.1-).

4.2- Dans le but d'amplifier P, en accroissant le champ tout en ne créant pas une surface verticale à grandes densités de charges (effet $\vec{E}$), nous avons utilisé le dispositif suivant : un système de deux disques séparés par du plexiglas, le disque mis à la masse portant une pointe disposée verticalement.

Nous avons constaté dans la majorité des cas :

- qu'en haute tension négative, le système se déplace dans le sens négatif vers positif (c'est-à-dire pointe en avant), la vitesse de déplacement croissant généralement en fonction de la tension appliquée ;

.../

- qu'en haute tension positive, le système, jusqu'à une certaine valeur de la tension appliquée, se déplace dans le sens positif vers négatif (c'est-à-dire pointe en avant) ; pour une valeur un peu supérieure à la précédente, le système s'immobilise ; puis pour une valeur légèrement plus élevée, le système repart en sens inverse, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif, donc pointe en arrière.

Tout se passe comme si nous avions, là encore, une somme de deux forces $\vec{E}$ et $\vec{P}$; dans le premier cas (haute tension négative) nous serions en $\vec{E} + \vec{P}$; dans le second cas (haute tension positive), nous serions en $\vec{E} - \vec{P}$.

Cependant, nous avons observé que les courbes que nous avons tracées des vitesses de rotation en fonction des tensions appliquées, ne sont pas toujours semblables.

Au départ, les courbes N = f (U), tracées en positif et en négatif, sont voisines ; puis les courbes divergent, la négative croissant avec quelquefois un point d'inflexion, la positive décroissant jusqu'à N = 0, puis augmentant rapidement en sens inverse.

L'allure de ces courbes fait penser à une somme de deux fonctions dont la courbe résultante se rapproche d'un polynôme du troisième degré en U (Voir annexe 4.2-).

Lorsque l'on trace les courbes somme et différence des courbes N = f (U) pour deux essais, l'un en haute tension positive, l'autre en haute tension négative, on voit que la demi-somme, que nous identifions à $\vec{E}$, est une courbe d'abord croissante mais ensuite décroissante

.../

dans la zone où commence une importante ionisation, tandis que la demi-différence que nous identifions à $\vec{P}$ est une courbe commençant tangente à l'axe des tensions et croissant rapidement (Voir annexe 4.2-).

4.3- Nous avons repris, dans le vide, le dispositif précédent, cette fois démuni de sa pointe ; c'est-à-dire deux disques placés dans un même plan horizontal, distants d'environ 1 cm. et entièrement enfermés dans du plexiglas. L'un des disques était relié à la masse, l'autre à la haute tension.

Nous avons toujours constaté, avec les mêmes difficultés créées par la proximité de la cloche, que le système tournait armature positive en avant, c'est-à-dire haute tension en avant quand la haute tension employée était positive, et masse en avant quand la haute tension employée était négative (Voir annexe 4.3-).

4.4- Les essais sous vide précédemment décrits utilisaient une électrode à la masse ; nous avons tenu à vérifier, en créant un nouveau passage haute tension dans le système d'essai sous vide, que les résultats des chapitres 3.3.4.1-, 3.3.4.2- et 4.3- restaient valables lorsque l'on opère avec deux polarités haute tension symétriques, donc en ne mettant aucune armature à la masse ; il n'y a pas de différence sensible avec les résultats précédemment acquis.

4.5- Les essais sous vide ayant montré qu'il existait bien une force polarisée, nous avons réalisé un dispositif semblable, en plus réduit, au manège que nous avions appelé "Gyron" (3.1-). Pour nous affranchir de l'effet $\vec{E}$, nous avons opéré avec des polarités symétriques et sur

.../

des dispositifs géométriquement symétriques présentant le minimum de courbures faibles. Pour cela, nous avons utilisé, en plus grand, des systèmes d'expériences semblables à ceux utilisés en 4.3- Les essais montrent qu'on arrive effectivement, avec un système donné, à inverser le sens du mouvement en inversant les polarités ; il semble également que, lorsque l'on obtient une rotation pour des tensions pas trop élevées, (temps suffisamment sec), la vitesse du système, donc la force propulsive, dépend essentiellement de la différence des tensions utilisées et non de chacune des valeurs absolues.

L'énergie de la propulsion semble dépendre de l'accumulation des charges sur l'enveloppe diélectrique qui est ici soit du plexiglas, soit de la bakélite. Ainsi, lorsque l'on lie mécaniquement des parallélépipèdes de titanate de baryum aux armatures, on constate que la force propulsive est augmentée.

5 - La cinquième période va de Décembre 1956 à la date de rédaction du présent rapport.

Au cours de cette cinquième période ont été faites des expériences que Mr. BESSON, Directeur de l'Ecole Supérieure d'Electricité, et Mr. JOUGUET, Professeur à l'E.S.E. et Maître de Conférences à l'Ecole Polytechnique, ont bien voulu imaginer pour nous, et que nous avons réalisées suivant leurs instructions.

Dans le but de simplifier le circuit électrique et d'écarter toute intervention "ionique", MM. BESSON et JOUGUET ont proposé le dispositif suivant (voir annexe 5-).

- un condensateur plan, composé de deux disques aux bords arrondis (dans le but d'éviter que le champ ne soit trop intense hormis entre armatures), les amenées de courant à ces deux disques étant co-linéaires ; ce condensateur est

.../

enrobé dans une sphère d'araldite ou de polystyrène ne présentant pas de bulles à l'intérieur.

Nous avons constaté, comme dans tous les essais précédents réalisés sous vide, que le système était le siège d'une force polarisée dirigée du négatif vers le positif.

Nous avons, comme précédemment, observé l'effet de freinage de la cloche et, pour cette raison, n'avons pas pu faire de mesures.

Avec deux sphères en araldite, nous avons obtenu des vitesses de rotation de l'ordre de 3 secondes par tour. (Voir annexe 5-).

ANNEXE 1.1-

Les essais de la première période n'ont été faits que pour vérifier les affirmations contenues dans un document que nous avait envoyé Mr. CORNILLON.

Ce document prétend qu'un condensateur plan suspendu et chargé est le siège d'une force perpendiculaire aux faces du condensateur, dirigée dans le sens négatif vers positif. (effet Biefeld-Brown).

Avant d'entrer plus avant en pourparlers avec Mr. BROWN, nous avons essayé de réaliser l' expérience décrite dans ledit document.

Nous avons donc fabriqué un condensateur plan (voir schéma) à diélectrique plexiglas, aussi léger que possible.

Ce condensateur est constitué par une feuille de plexiglas de 210 x 270 mm. en 1 mm. d'épaisseur, sur laquelle sont collées deux feuilles de clinquant d'aluminium de 5/100 d'épaisseur, au format 170 x 230 mm., les bords de ces feuilles de clinquant étant recouverts de paraffine afin de limiter les effluves. Deux fils d'Aluminium de ∅ 1 mm., l. = 5 cm., reliés aux armatures au moyen de vis paraffinées, trempent dans deux cuvettes contenant du mercure ; l'une de ces cuvettes est reliée à la masse ; l'autre est reliée à la source de haute tension. Ce condensateur est suspendu par deux fils de soie de 2,25 m. de long.

Nous ne disposons à ce moment, comme source de haute tension, que d'une petite machine de Wimshurst (diamètre des plateaux : 260 mm.) capable de 20 kV environ et 10^{-5} A.

.../

Nous constatons un déplacement de ce condensateur dans le sens négatif vers positif, c'est-à-dire face positive en avant, de l'ordre de 5 mm. pour une tension d'approximativement 10 kV. Ceci est valable quelle que soit l'orientation du plan contenant le condensateur. Si on applique la haute tension à l'autre face du condensateur, la première étant à la masse, le sens du déplacement s'inverse.

Il nous semble en outre que le condensateur revient légèrement en arrière après un certain temps de charge, mais reste cependant entre la position correspondant au déplacement maximum et sa position d'équilibre. Il ne reprend cette dernière que lorsque le condensateur est déchargé.

Nous ne pouvons pas dire si ce déplacement est dû à l'effet "Biefeld-Brown" ou bien simplement aux effluves de la face chargée. Peut-on imputer l'effet de déviation à un effet du champ magnétique terrestre ?

Deux considérations permettent de penser que non :

1°/ Qualitativement -

Une action d'un champ magnétique ne peut s'appliquer qu'à un circuit parcouru par un courant : le pendule (2 plaques d'aluminium collées sur un support plexiglas) ne comporte aucune partie ferromagnétique ; l'Aluminium, le plexiglas, et la paraffine ne peuvent être que diamagnétiques. Or un élément diamagnétique dans un champ uniforme n'est soumis à aucune force.

Un effet du champ terrestre ne peut donc se manifester que sur les conducteurs mobiles proportionnellement à l'intensité qui les traverse.

Dans l'expérience du pendule, on devrait donc constater deux effets de couple :

- l'un à axe vertical appliqué sur les conducteurs d'alimentation,
- l'autre à axe horizontal parallèle aux condensateurs, appliqué au condensateur et aux conducteurs fixes.

.../

2°/ Q uantitativement -

Nous avons vu que, pour obtenir les 4 mm. de déviation parallèle, la force perpendiculaire aux armatures devait être estimée à 0,24 g soit 250 dynes.

Le couple nécessaire pour produire une déviation équivalente d'un côté doit être au moins de quelques dynes.

Or l'effet de couple à axe vertical a une valeur égale à :

$$L = 2d \times \frac{I}{10} \times H \times l \times \cos\theta$$

avec : l. = longueur du conducteur d'arrivée (10 cm)
H = composante horizontale du champ terrestre (0,2 gauss)
2d = distance des conducteurs d'arrivée (20 cm)
I = intensité de fuite du condensateur (ampères)
θ = angle du champ et des faces condensateur.

L'effet dans la meilleure position (champ parallèle aux faces) serait :

$$L = 20 \times \frac{I}{10} \times 0{,}2 \times 10 = 4.I.\text{dynes} \times \text{cm.}$$

soit sur chaque conducteur une force "f" égale à :

$$\frac{2.I}{10} = 0{,}2.\ I \ \text{dynes.}$$

Il est malaisé de calculer le rappel antitorsion du condensateur suspendu par deux fils de soie ; mais pour dévier de l'ordre de 4 mm. il faut bien estimer à quelques dynes au moins la force nécessaire. Cela revient à dire que I devrait être de l'ordre de plusieurs ampères.

Or, une grosse machine de Wimshurst arrive à débiter environ 10^{-4} A. La petite machine d'expérience en est peut-être à 10^{-5} A à sa tension maximum. L'effet est donc de l'ordre de 10^{-6} fois plus faible que la force nécessaire pour faire tourner autour d'un axe vertical le

.../

pendule de quelques millimètres en bout de conducteur.

De même, la force appliquée au courant horizontal passant dans les plaques d'aluminium du condensateur est doublement négligeable :

- en raison de la valeur de la force par face, égale aussi à quelque chose comme 10^{-5} dynes (composante verticale H_v = 0,34 gauss).
- en raison de la quasi-annulation des forces sur les deux faces l'une par l'autre.

Le champ magnétique terrestre ne saurait donc être responsable d'une déviation quelconque.

ANNEXE A/1.1-

Echelle $\frac{1}{2}$

Figure 1

ANNEXE 1.2-

Les résultats des essais décrits à l'annexe 1.1- ne nous ayant pas permis de conclure négativement et de rejeter les affirmations concernant l'existence de l'effet Biefeld-Brown, nous avons réalisé un dispositif différent devant nous permettre de mettre plus facilement cet effet en évidence et éventuellement de faire quelques mesures.

Il s'agit cette fois d'un pendule de torsion constitué par une "batterie" de condensateurs plans.

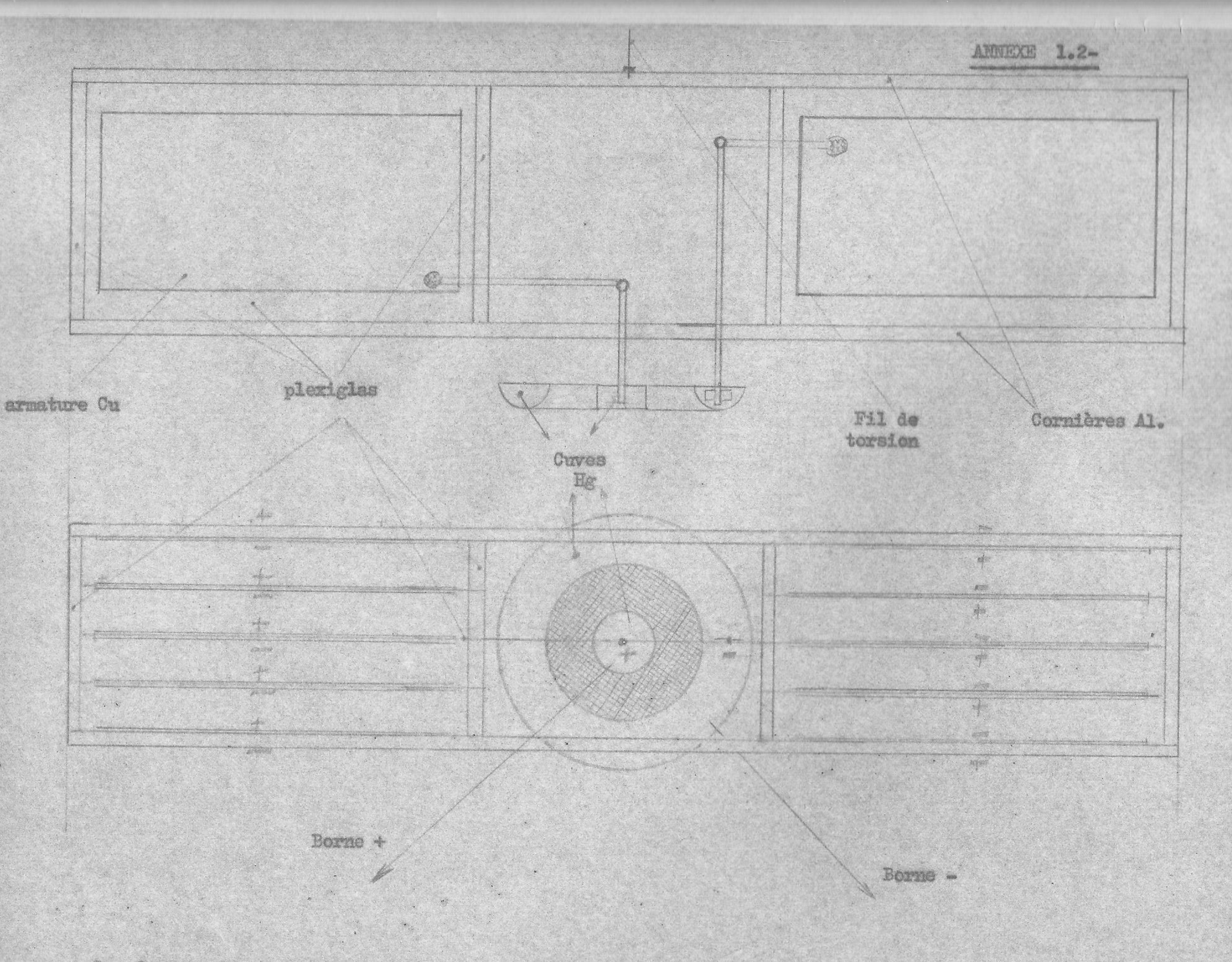
Nous avons toujours recours aux services de la machine de Wimshurst.

Le pendule lui-même consiste en un parallélépipède constitué par des montants de plexiglas et des cornières d'Aluminium, et contenant dix condensateurs plans à diélectrique plexiglas, le tout solidaire et suspendu par un fil d'acier de 17/100 de mm..(voir schéma).

Nous constatons qu'après stabilisation du pendule au zéro, et sur mise en tension des condensateurs, l'ensemble est soumis à un couple, et est entraîné dans le sens négatif vers positif.

La courbe jointe du déplacement à tension constante en fonction du temps est caractéristique d'une force constante. Etant limités en tension, nous ne pouvons poursuivre l'expérience. Par ailleurs, nous ne pouvons pas dire si ce déplacement est dû à l' "effet Biefeld-Brown" ou à des effets de pointe sur les faces chargées.

ANNEXE 1.2-



Les faces + de chaque condensateur sont reliées à la borne + au centre
Les faces - de chaque condensateur sont reliées à la borne - au centre

PAMPHILE

Déplacement en fonction du temps
(à tension constante)

ANNEXE 2.1-

Déplacement d'un condensateur immergé dans une cuve remplie d'huile de transformateur. Première expérience réalisée par Mr. BROWN lors de son premier séjour (1955).

Le premier "condensateur" utilisé, et fabriqué selon les indications de Mr. BROWN, était réduit à sa plus simple expression ; il se composait de deux tubes de cuivre parallèles et reliés entre eux par une barre de bakélite. Ce dispositif, très léger, "fonctionnait" correctement.

Cependant, dans le but de travailler avec des dispositifs semblables dans l'huile, dans l'air et dans le vide, nous avons par la suite remplacé ce "condensateur" par un ensemble de deux disques séparés par du plexiglas (voir figure 2.1.a).

Ce dispositif est donc suspendu par deux fils de soie à une poutrelle située à 6,50 m. du sol. Les deux amenées de courant (voir figure d'ensemble 2.1.b) plongent dans deux cuves en plexiglass contenant du mercure et reliées aux générateurs, permettant ainsi le débattement de l'ensemble.

Les essais ont été faits de deux manières :

- soit avec une armature à la masse, l'autre étant portée à un haut potentiel négatif ou positif ;
- soit en portant les deux armatures à des potentiels élevés, l'un positif, l'autre négatif.

Dans les deux cas, on observe le phénomène suivant :

- lors de l'établissement de la tension, le dispositif suspendu part vigoureusement le + en avant ; dans les conditions d'expérience, le

.../

dispositif suspendu va jusqu'en butée, les tubes d'arrivée de tension rencontrant les extrémités des bacs de mercure.

- puis le dispositif revient plus ou moins vers la position d'équilibre et l'on observe un courant dans l'huile qui va du + vers le - ; le dispositif se maintient donc "à contre-courant", en une position peu stable vu la proximité des parois métalliques ; l'équilibre dans le sens latéral est en effet de nature instable, les effets d'attraction dispositif-paroi augmentant avec la proximité.

- lorsque l'on coupe la tension et décharge le dispositif, on obtient un retour au zéro à peu près correct, dans la limite du frottement des roulements à bille immergés dans le mercure.

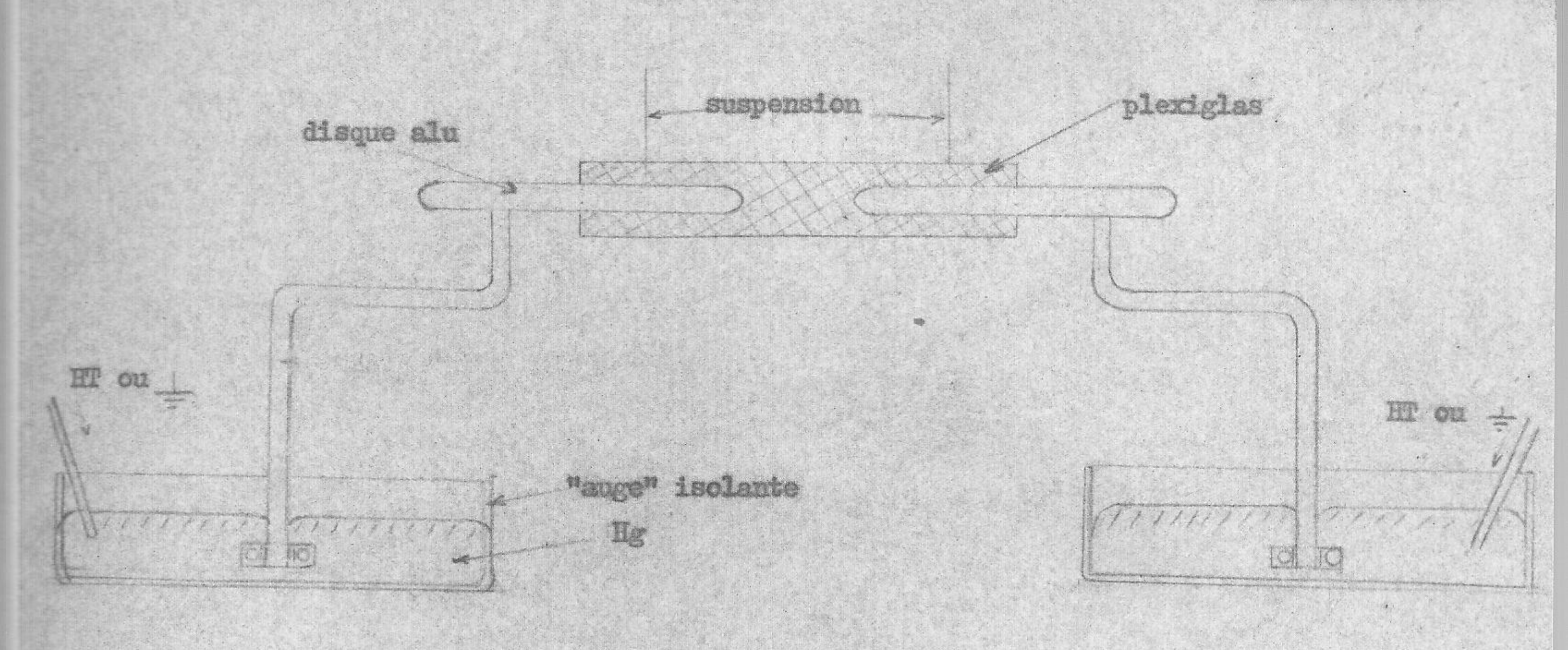
Le mouvement du dispositif ne peut être imputé à un effet d'attraction entre les électrodes du dispositif et les parois extrêmes de la cuve ; d'une part parce-que l'effet est polarisé, et d'autre part parce-que si l'on dispose une paroi mobile, électriquement à la masse, perpendiculairement au déplacement, elle ne change pas le phénomène.

Il n'est pas possible, avec ce dispositif sommaire, d'étudier en quoi l'effort appliqué dépend de U et de $\frac{dU}{dt}$; il semble toutefois qu'il dépende bien de la seule différence de tension entre armatures, et que les tensions des électrodes par rapport à la masse n'influent pas.

Ces essais n'ont pas dépassé le stade qualitatif. Ils pourraient être poursuivis quantitativement en employant un dispositif de torsion et une cuve cylindrique ; il faudrait alors effectuer essentiellement des mesures "en balistique", le mouvement d'entraînement d'huile devant rendre la mesure statique difficile.

.../

Figure 2.1.a


suspension
plexiglas
disque alu
HT ou
HT ou
"auge" isolante
Hg
Bord de cuve

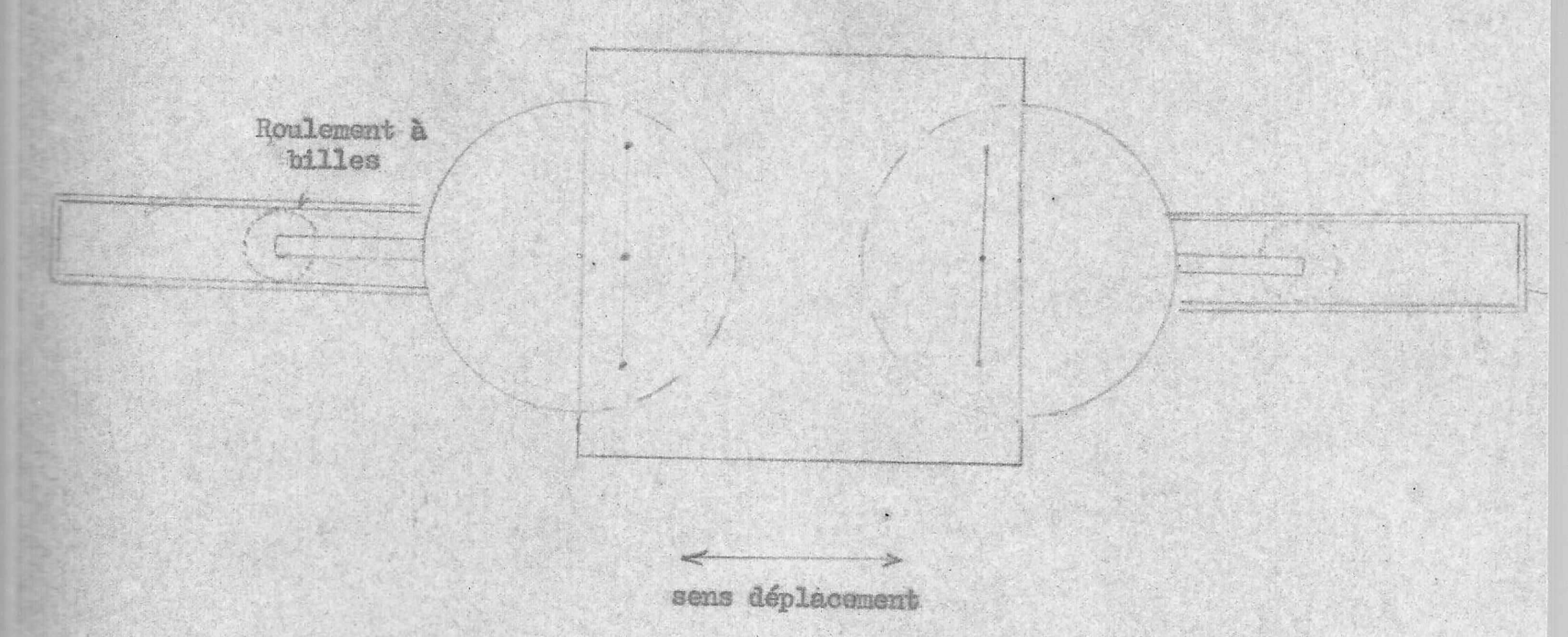
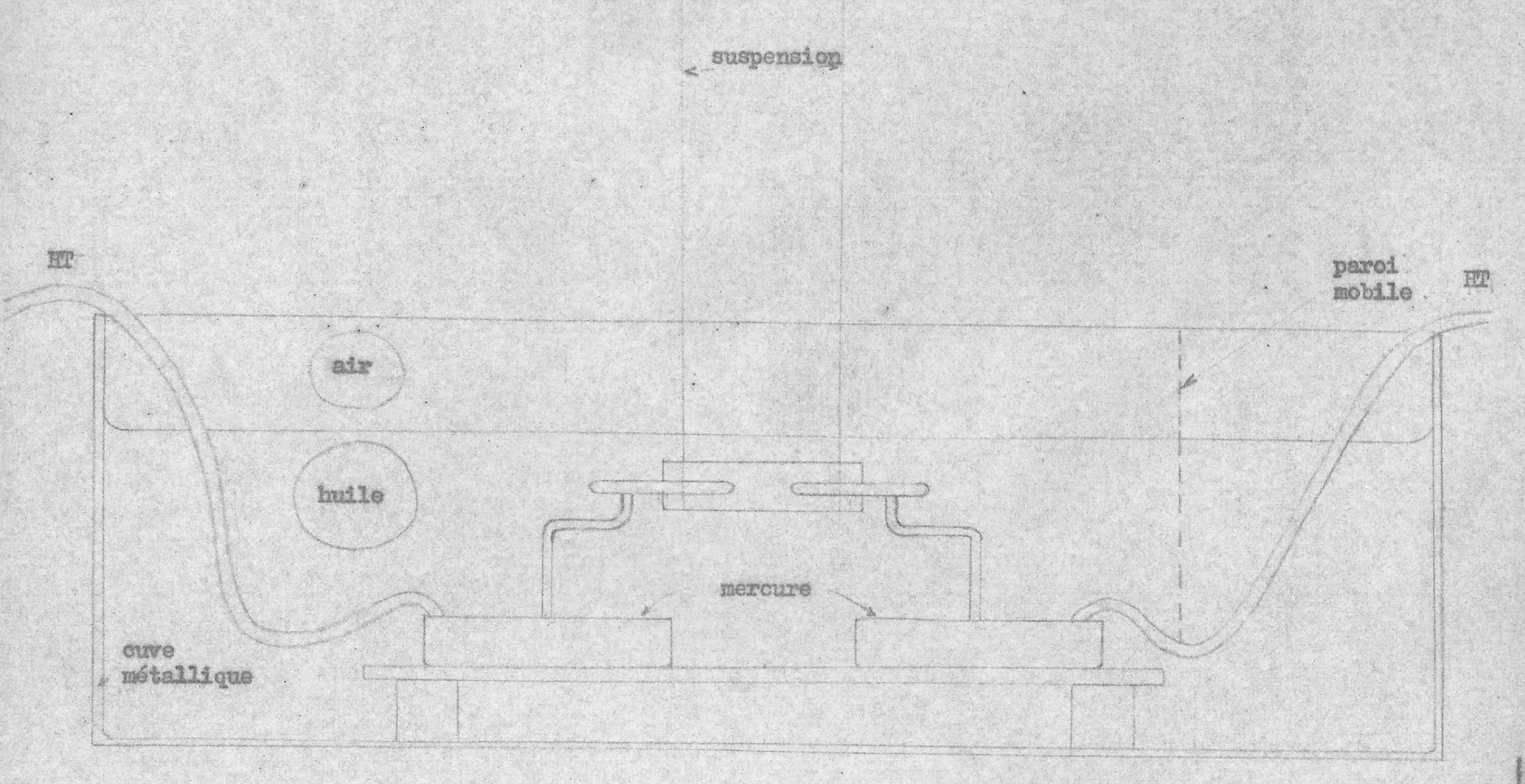

Roulement à
billes
sens déplacement
Bord de cuve

Figure 2.1.b


suspension
HT
paroi
mobile
HT
air
huile
mercure
cuve
métallique

ANNEXE 2.2-

Carroussel

Seconde expérience réalisée lors du premier séjour de Mr. BROWN (Juin-Juillet 1955).

Cette expérience, à la différence de la précédente destinée à mettre en évidence l' "effet Biefeld-Brown", a pour objet de montrer la possibilité d'un mode de propulsion "électro-cinétique".

Nous avons, comme dans l'expérience précédente, exécuté le plus fidèlement possible les équipements nécessaires à cette expérience, suivant les instructions de Mr. BROWN.

Nous avons construit un manège (d'où le nom de "Carroussel") constitué par un bras horizontal de 3 m. de longueur en tubes isolants, à l'intérieur desquels passait un câble haute tension, pendant des extrémités du bras horizontal jusqu'à 2 m. du sol. Ce bras était suspendu par haubannage à une coupole montée sur roulement à billes, et fixée à une poutre dont la hauteur par rapport au sol est de 7,5 m. ; le bras se trouvait lui-même à environ 6 m. du sol.

Au centre de ce bras venait se raccorder un câble haute tension, protégé par tubes isolants, et descendant verticalement dans le tore de sortie haute tension du générateur. Le bas de l'ensemble vertical portait un roulement à billes lui permettant de tourner librement dans une cuvette fixée à l'intérieur du tore du générateur. L'ensemble avait un faible couple de frottement.

Aux extrémités des câbles haute tension étaient suspendus deux disques de 750 mm. de diamètre en duralumin, comportant sur le dessus deux dômes en même matière. Ces disques étaient accrochés aux câbles de telle manière que leur axe de symétrie soit vertical et dans le prolongement du câble haute tension. Ce disque constituait une "armature" du "condensateur". L'autre "armature" était constituée par un fil de 4/100 mm. de

.../

diamètre, installé parallèlement au bord du disque, interceptant un angle au centre de 120° environ, et mécaniquement lié au disque par des entretoises de plexiglas. (Voir photographies et schémas).

Dans le cas des expériences faites pendant cette période, le disque était porté à une haute tension négative et le fil était relié à la masse.

Les courbes 1 et 2 rendent compte des variations, en fonction de la tension appliquée au disque, de la force résultante et de l'intensité consommée, pour des distances (d) disque-fil variables (Courbe 1) et pour des longueurs de fil variables (Courbe 2).

On voit :

- que la force agissante croît, de façon grossièrement parabolique, avec la tension ;
- qu'elle croît avec la longueur du fil ;
- que, pour une même tension, elle décroît avec la distance disque-fil.

La force obtenue est, dans ces essais, de l'ordre de 0,75 g/watt ; elle décroît quand l'ionisation de l'air augmente.

Annexe 2.2-








ANNEXE 2.2-

Roulement

masse

HT

masse

HT

Roulement

Machine

→ HT -

ANNEXE 2.2- Courbes 1

ANNEXE 2.2-

Courbes 2

D = 25 cm.

F I
gr mA

1 l_0 = 73 cm + → × → i = f (U)

2 l_0 = 38 cm ⊕ → ⊗ → i = f (U)

3 l_0 = 19 cm ⊞ → ⊠ → i = f (U)

50

40 2

30

20 1

10

0

1

2

3

U (kv)

50 60 70 80 90 100 110 120 130

ANNEXE 3.1-

"Gyron"

Première expérience réalisée après le départ de Mr. BROWN.

Le "Gyron" se présente (voir Fig. 1) comme un manège libre de tourner autour d'un axe vertical ; un cadre rectangulaire de tubes isolants permet d'amener en bout des bras des conducteurs haute tension de 250 kV ; les arrivées des conducteurs reliés aux sources de tension s'effectuent sur deux roulements à billes enveloppés de tores, l'un situé au-dessus du cadre, l'autre au-dessous, à des distances suffisantes pour éviter des flashes avec le centre et l'axe longitudinal du cadre, qui sont métalliques et à la masse.

La masse est conduite, par cet axe longitudinal, au voisinage des arrivées des câbles haute tension, de façon à pouvoir réaliser des expériences en bipolaire ou entre HT et masse.

Des ampèremètres, blottis entre deux tores pour éviter les champs électriques locaux et les effluves dans l'air, sont intercalés au milieu des conducteurs horizontaux de haute tension, de façon à pouvoir mesurer au plus près les intensités utilisées dans les dispositifs suspendus au cadre.

A la partie inférieure, une grande poulie permet, soit de mesurer un couple, soit d'entraîner mécaniquement la partie mobile du "Gyron".

Des fils basse tension relient un collecteur, placé à la base du "Gyron", aux extrémités de l'axe longitudinal du cadre ; ils peuvent permettre une mesure d'efforts en bout de bras.

Le poids considérable de la partie mobile (100 kg) rend inévitable un couple de résistance à la rotation important, qui figure, en fonction

.../

de la position de la partie mobile par rapport à un repère fixe, dans le graphique 2.

On voit que, dans une expérience en monopolaire, le couple résistant moyen est de 118 g x m, soit une force, en bout de chaque bras, de 22 g.

Les essais que nous avons tenté de réaliser ont immédiatement montré :

1°/ que les forces disponibles avec les machines en notre possession étaient de l'ordre de grandeur du couple résistant ; il n'était donc pas question de faire des mesures quantitatives dans l'immédiat.

2°/ que le sens de rotation était toujours "fil en avant" ; la rotation semblait toutefois un peu plus vigoureuse avec le + sur le fil qu'avec le - sur le fil.

Il fallait donc admettre que la force propulsive constatée dans les essais "Carroussel" était en grande partie due à un effet non polarisé qu'il y avait tout lieu de croire purement électrostatique.

Cela peut s'expliquer de la façon suivante :

- dessinons en coupe (fig. 3 et 4) le disque et le fil
- portons (fig. 3) approximativement sur la normale en chaque point des surfaces équipotentielles des conducteurs, le vecteur $\vec{H_1}$, c'est-à-dire un vecteur en première approximation proportionnel à la courbure au point considéré, le disque étant supposé seul électrisé.
- puis déformons la courbe obtenue en tenant compte de l'influence du fil sur le disque, ou du disque sur le fil ; il en résulte une deuxième ligne lieu des extrémités des nouveaux vecteurs $\vec{H}$.

Nous verrons que l'effet de tourniquet est grossièrement proportionnel au carré de $|\vec{H}|$; aussi pouvons-nous tracer comme précédemment (fig. 4)

.../

les lieux des points extrémités des vecteurs

$$\left|\vec{F_1}\right| = \lambda \left|\vec{H_1}\right|^2 \quad \text{et} \quad \left|\vec{F}\right| = \lambda \left|\vec{H}\right|^2 \ ;$$

ces vecteurs sont portés, pour la commodité du dessin, extérieurement aux surfaces des conducteurs ; en réalité, il faudrait les changer de sens pour représenter les forces de tourniquet.

La force résultante, sur le système, est égale à

$$- \iint d F \cos \alpha \cos \beta \, d \sigma ,$$

$d\sigma$ étant l'élément de surface et α et β les angles de la normale avec le plan de la base du disque et avec le plan de figure.

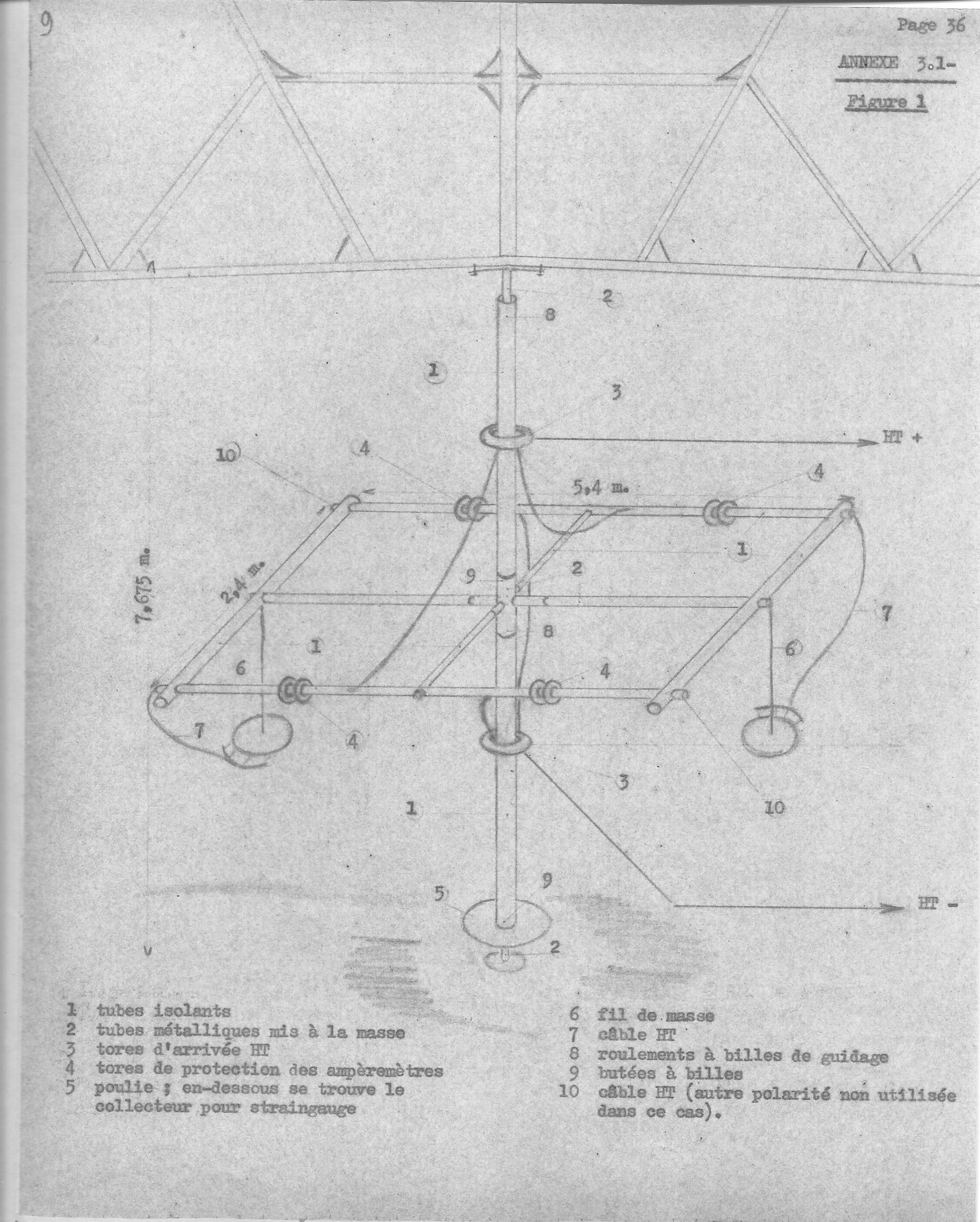
Le calcul est inextricable pour tout autre cas que celui de deux sphères (et encore). On voit toutefois que la résultante générale des forces $-\vec{F}$ est bien dirigée dans un sens qui meut le système fil en avant.

Dans une partie des expériences réalisées, l'une des deux électrodes était la masse ; d'où rapatriement de l'une des enveloppes des extrémités de $\vec{H_1}$ et $\vec{F_1}$ sur le conducteur. Il n'en résultait pas moins une courbe des extrémités de $\vec{H}$ et $\vec{F}$ semblable aux figures tracées.

Comme il est dit au début de cette annexe, les premiers résultats ont montré qu'il fallait une méthode plus sensible et que l'effet recherché était, s'il existait, masqué derrière un effet électrostatique.

ANNEXE 3.1-

Figure 1



1 tubes isolants
2 tubes métalliques mis à la masse
3 tores d'arrivée HT
4 tores de protection des ampèremètres
5 poulie ; en-dessous se trouve le collecteur pour straingauge
6 fil de masse
7 câble HT
8 roulements à billes de guidage
9 butées à billes
10 câble HT (autre polarité non utilisée dans ce cas).

ANNEXE 3.1- Figure 2

Couple de frottement en fonction de la position

ANNEXE 3.1-

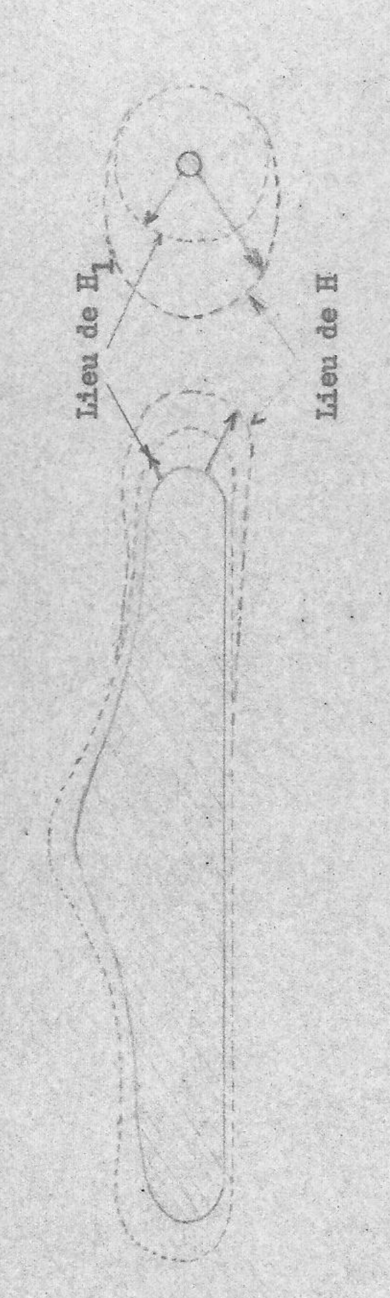


Figure 3

ANNEXE 3.1-

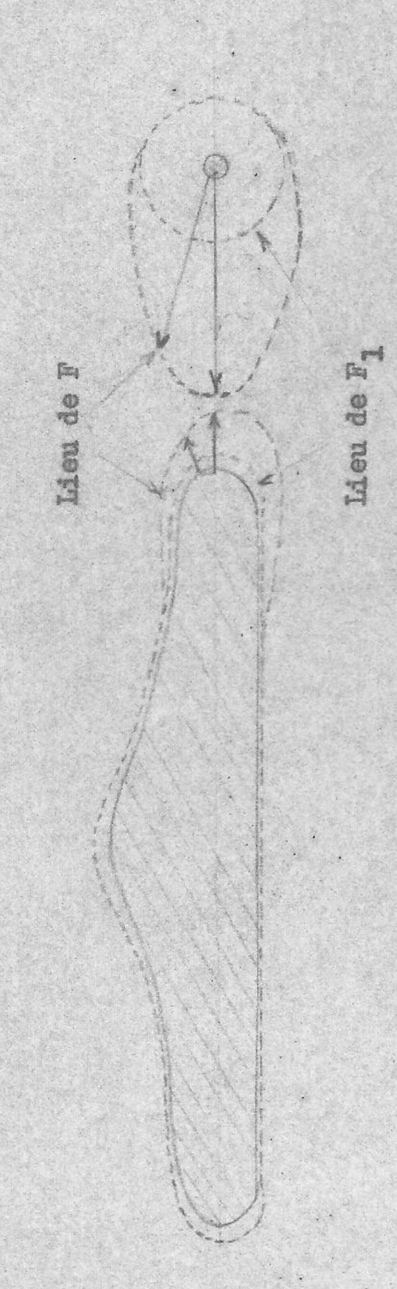


Figure 4

ANNEXE 3.2-

"ESCARPOLETTE"

Expériences réalisées en Janvier 1956, pour tenter de quantifier la force propulsive somme de la force électrostatique (effet de tourniquet) et de la force à mettre en évidence.

L'ensemble disque-fil a été suspendu par des fils isolants d'une longueur de 6 m. environ, les arrivées de tension étant assurées par des récipients de mercure où venaient plonger des tiges solidaires l'une du disque, l'autre du fil. La force était mesurée en ramenant l'ensemble au zéro, par un dispositif à poids (Voir schéma).

Les courbes 1 à 4 rendent compte des résultats obtenus par ce procédé :

- les courbes 1 et 2 avec les disques de première fabrication, présentant à cette époque des arêtes accidentelles et des défauts de courbure dûs à leur trop longue utilisation.
- les courbes 3 et 4 avec de nouveaux disques simplement plats (voir schéma 2).

On voit que les courbes F = f (U) présentent, selon la polarité appliquée, un décalage qui est bien dans le sens prévu dans le cas le plus correct d'expérience (HT - et + sur fil avec disques plats). Toutefois, cette différence est faible et ne permet pas une étude sérieuse ; en particulier l'influence des arrivées de courant ne permettait pas une grande précision de mesure (mouvements des tiges conductrices dans les récipients de mercure par suite de variations de tension superficielles et d'attractions-répulsions entre tiges et coupelles).

D'autre part, nous avons fait figurer (courbes 5 et 6) les forces obtenues en fonction de l'énergie dépensée, dans le cas des disques plats où l'on perdait moins d'énergie, en ionisations inutiles, que dans les disques

.../

primitifs.

On voit que les forces en g/w décroissent vers les hautes tensions, ce qui est évidemment dû à des ionisations inutilisées.

13

ANNEXE 3/2-

Schéma 1

Balance

Contrepoids

1 2 2 5 3 4 5 6 7 6 8 8 8

Tube isolant

Tube isolant

Tube isolant

HT

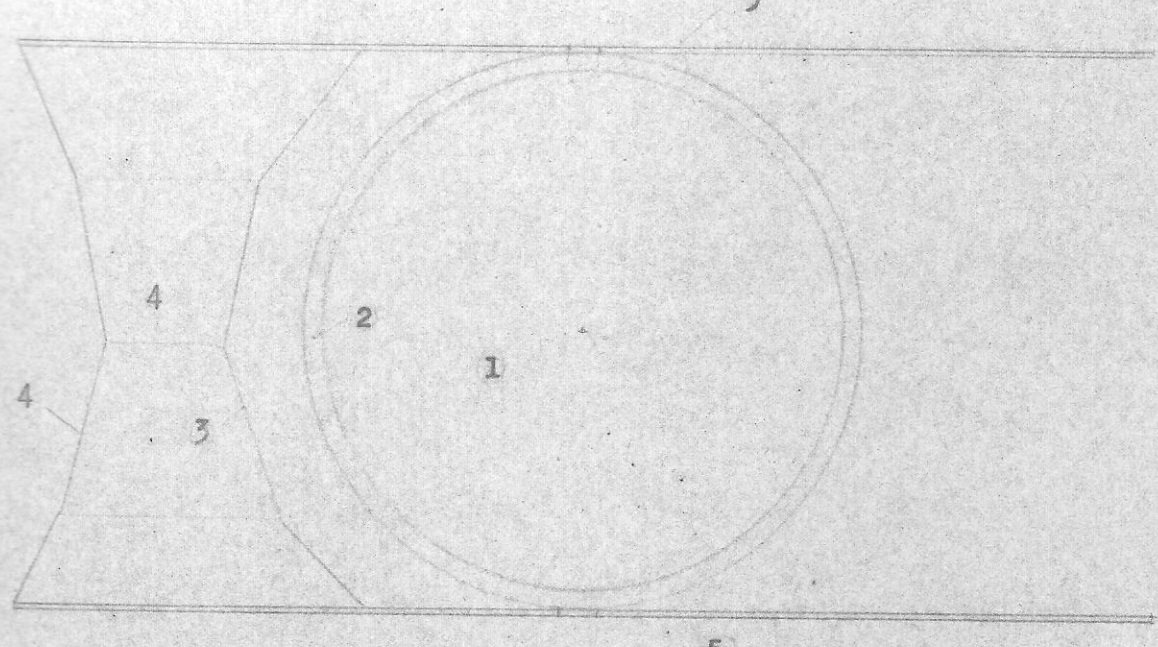
HT

Mesure des efforts par méthode de zéro

1 Fil de soie supportant le disque h # 6 m
2 Fils de soie supportant les tubes d'amenée HT
3 Disque "plat"
4 Supports de "fil conducteur", en plexiglas
5 "Fil conducteur"
6 Tube d'amenée HT
7 Tube de mise à la masse du disque
8 Coupelles de mercure.

NOTA : La figure représente l'utilisation en bipolaire ; dans le cas de mesures en monopolaire, on supprime le tube d'amenée HT correspondant.

ANNEXE 3.2- Schéma 2



Disque "plat"

1 "Fond" du disque en tôle AU4G e = 1 mm

2 Bord du disque AU4G ∅ 23 x 25 mm

3 Fil d'acier ∅ 0,04 mm

4 Fils de soie tendant le fil métallique

5 Bandes de plexiglas supportant le fil ; ce dernier peut être placé plus ou moins loin du bord du disque ; un deuxième fil peut être placé à droite du disque.

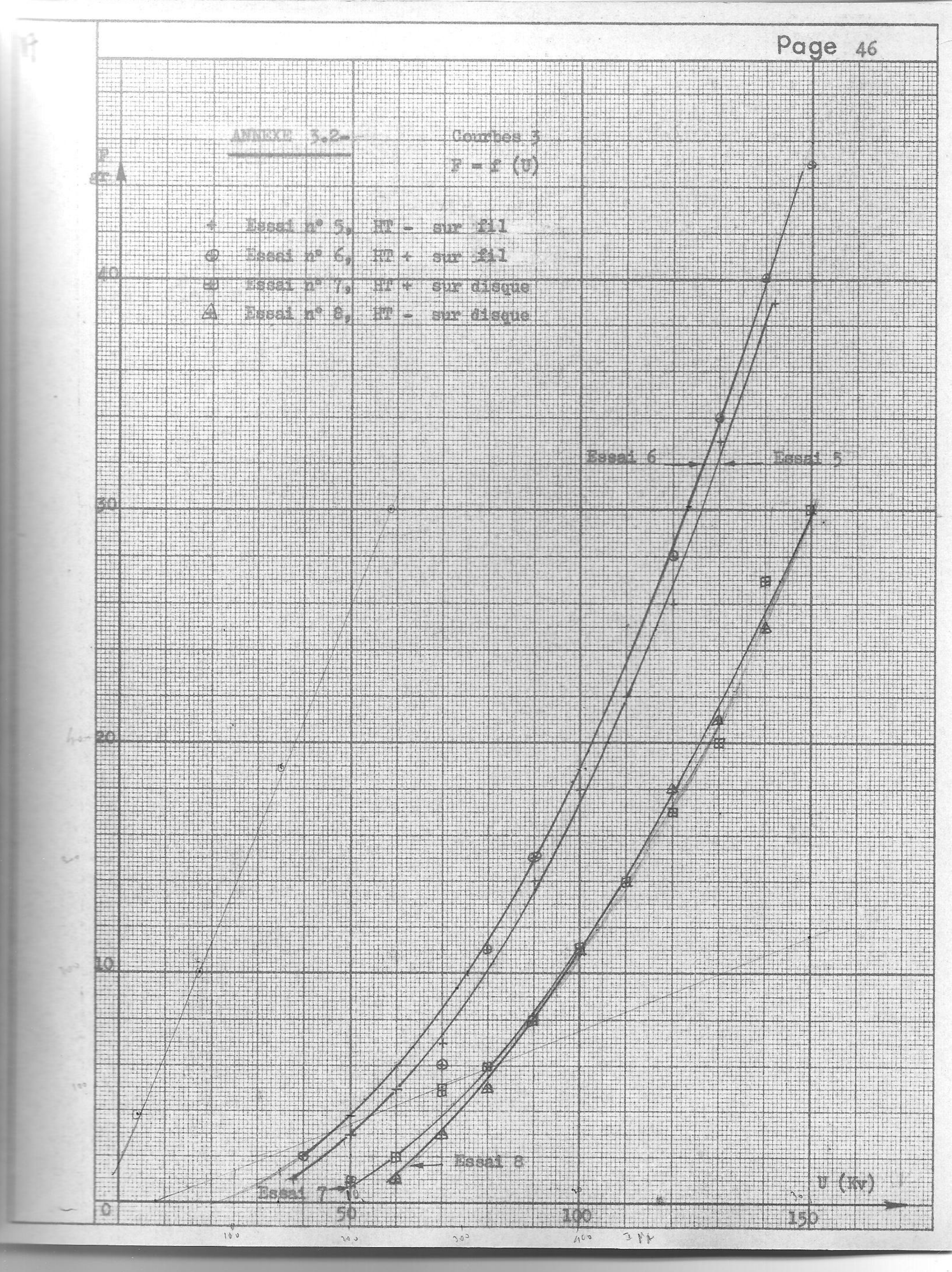
ANNEXE 3.2-

Courbes 1

F = f (U)

ANNEXE 3.2-

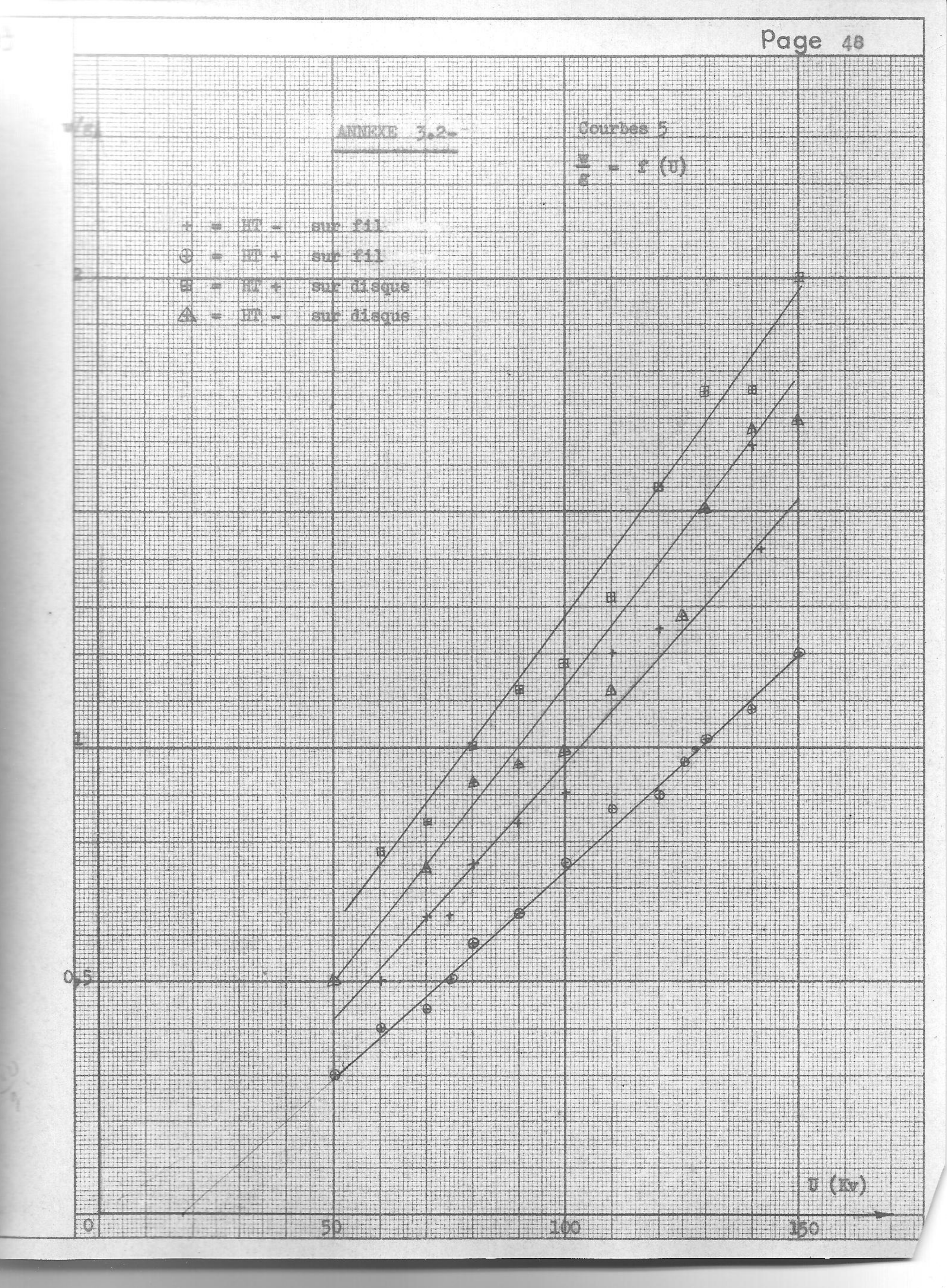
Courbes 2
I = f (U)

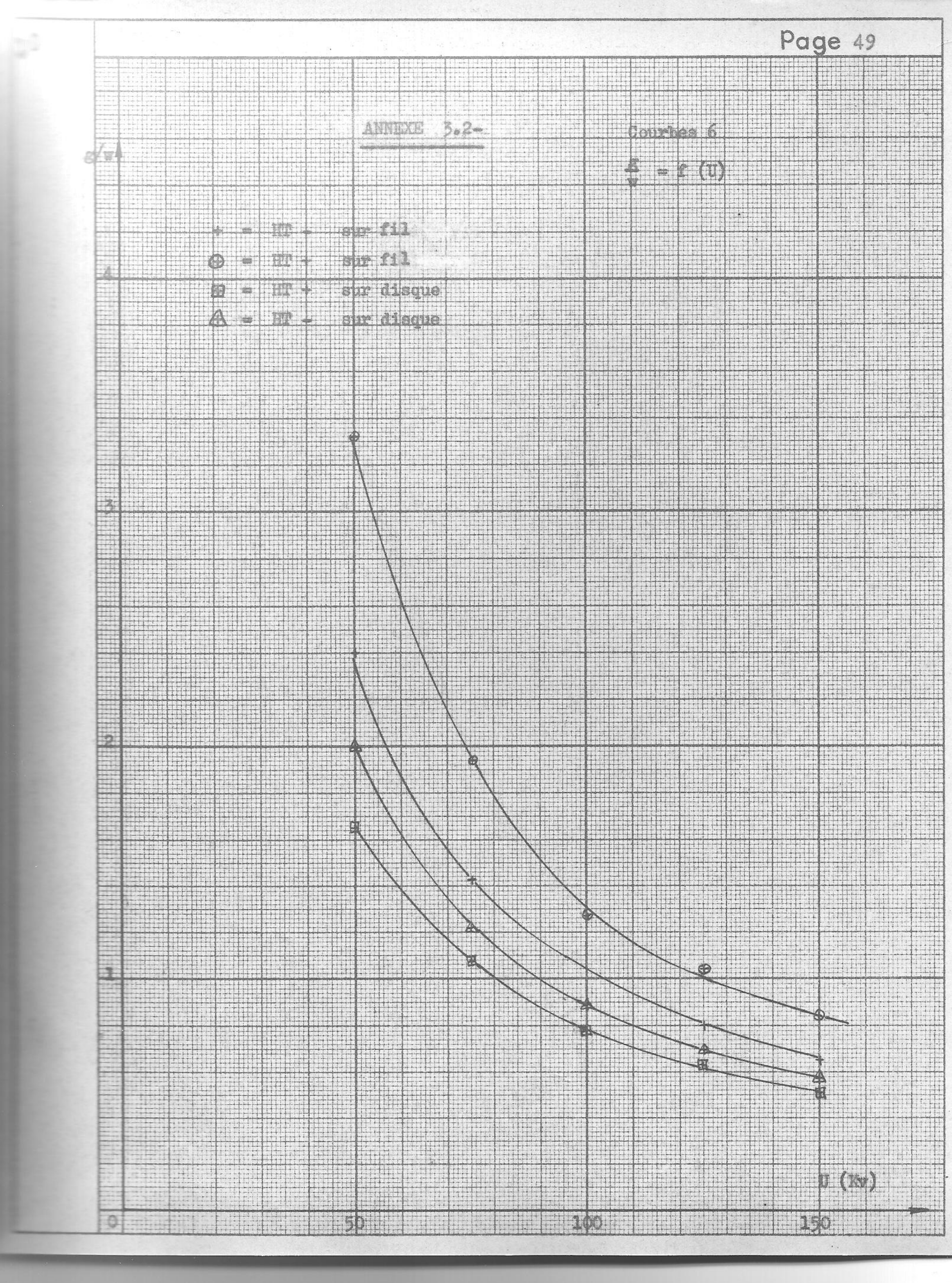

ANNEXE 3.2-
Courbes 3
F = f (U)
F gr
+ Essai n° 5, HT - sur fil
⊕ Essai n° 6, HT + sur fil
⊞ Essai n° 7, HT + sur disque
△ Essai n° 8, HT - sur disque
Essai 6
Essai 5
Essai 8
Essai 7
U (Kv)
0
10
20
30
40
50
100
150

ANNEXE 3.2-

Courbes 4

I = f (U)


W/ε
ANNEXE 3.2-
Courbes 5
W/ε = f (U)
+ = HT - sur fil
⊕ = HT + sur fil
⊞ = HT + sur disque
△ = HT - sur disque
2
1
0,5
0
50
100
150
U (Kv)



ANNEXE 3.2-
Courbes 6
σ/w = f (U)
+ = HT - sur fil
⊕ = HT + sur fil
⊞ = HT + sur disque
△ = HT - sur disque
σ/w
U (Kv)
0
50
100
150
1
2
3
4

ANNEXE 3.3.1-

Appareillage utilisé pour les essais sous vide

1°/ Appareillage de vide

L'appareillage de vide se compose (voir fig. 1)

- d'une pompe primaire à palettes
- d'une pompe à diffusion d'huile de silicone
- d'un manomètre à tube de Bourdon pour le vide primaire
- d'une jauge à ionisation pour le vide final
- de robinets de microfuite et de mise à l'air libre
- d'une platine support de cloche
- d'une cloche de verre munie à sa partie supérieure d'une traversée métallique soudée de tungstène.

L'ensemble est monté (sauf la pompe primaire) sur une table métallique qui repose sur une plate-forme isolante horizontale ; dans la platine métallique qui supporte la cloche sont percés des orifices permettant :

- l'aspiration de la pompe à diffusion (grand trou central)
- le passage de la tête de jauge à ionisation
- le passage de raccordement au manomètre primaire
- le passage de raccordement aux fuites
- un passage latéral haute tension pour les expériences en bipolaire.

Une grille métallique recouvre la platine au niveau de la base de la cloche, de façon :

- à blinder la tête de jauge
- à rendre la masse "de révolution" vis-à-vis d'un dispositif tournant autour d'un axe vertical.

.../

L'ensemble permet, dans une cloche de diamètre intérieur 29 cm., et de hauteur totale 38 cm., d'exécuter des essais jusqu'à 150 kV dans un vide maximum de 2.10^{-5} mm. Hg (pour un système d'étude dégazant peu).

2°/ <u>Dispositif d'essai intérieur à la cloche.</u>

Le dispositif d'essai se compose (voir fig. 2 et 3) :

- d'une partie fixe formée d'un tube vertical portant deux roulements à faible couple résistant et relié soit à la masse, soit à une polarité haute tension, la grille-écran étant alors supprimée et le pontet métallique (utilisé pour les essais avec une masse) remplacé par une pièce semblable mais en plexiglas.

- d'une partie capable de tourner autour de l'axe vertical et comprenant :

  . une pièce de support de l'ensemble tournant, fixée (par vis-pointeau) sur le tube central.

  . deux tores, d'où partent les tubes (16 et 19) servant à la fois de support au dispositif d'essai et d'alimentation haute tension (ou de mise à la masse pour le tube 19) ; ces deux tores sont séparés par une colonnette en plexiglas (14).

  . une pièce (15) ne présentant pas d'angle vif et abritant un petit roulement au centre duquel passe un câble relié au passage HT supérieur de la cloche.

D'une façon générale, aucune des pièces utilisées dans ce montage ne présente d'angle vif, ou s'il en est, cette partie de pièce est abritée par un tore.

Dans le cas d'utilisation de ce montage en bipolaire, le pontet métallique est remplacé par un pontet en plexiglas (comme il a été dit plus haut) et l'on fixe deux tores à la partie inférieure du tube

vertical extérieur (9) ; le câble (relié à une de ses extrémités au passage HT inférieur) est alors engagé à son autre extrémité entre ces deux tores.

Ce dispositif a été dessiné pour les essais en rotation continue. Dans ces conditions, le couple résistant mécanique est de l'ordre de 1 gramme x centimètre.

Il avait été prévu par ailleurs d'utiliser ce montage pour des mesures en torsion.

A cet effet, un fil de torsion a été attaché à la partie supérieure du tube (11) et mis en tension par un ressort fixe, solidaire de la pièce (8).

Nous n'avons pas pu procéder à des essais en de telles conditions parce que les essais en rotation continue nous ont démontré que nous mesurions essentiellement dans ce cas les forces d'attraction entre les charges sur armatures et les charges distribuées au hasard par influence sur la paroi de la cloche.

Nous avons par ailleurs constaté qu'il suffisait de rendre la cloche conductrice, soit en la mouillant extérieurement, soit en interposant un écran métallique fixe mis à la masse, pour arrêter tout mouvement du dispositif essayé.

Inversement, le séchage de la cloche par infra-rouges améliore nettement l'entretien des rotations.

ANNEXE 3.3.1-

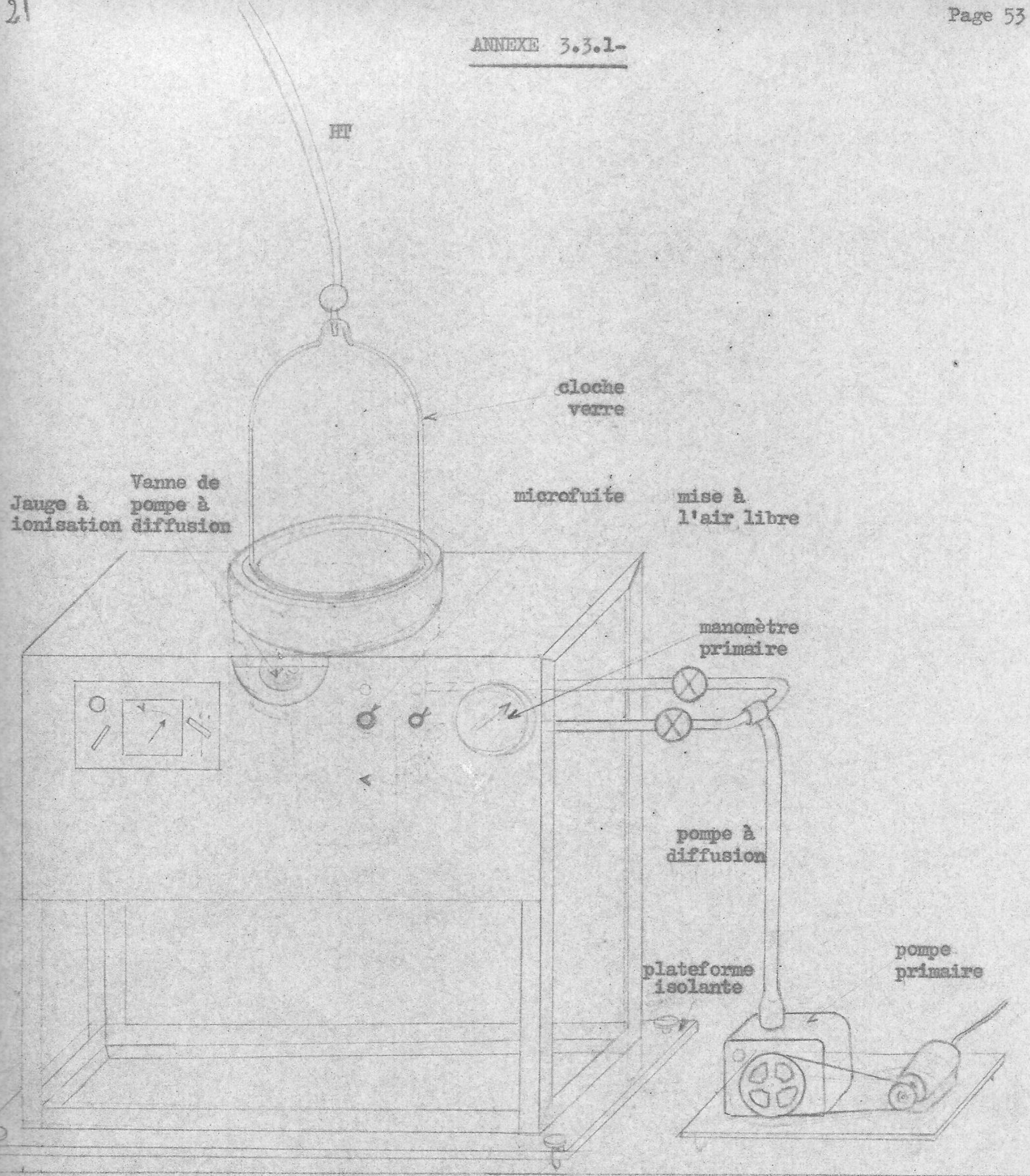


Figure 1

Figure 2

1 - Platine
2 - Orifice de la pompe à diffusion
3 - Orifice de la tête de jauge
4 - Pièce de support de l'ensemble tournant
5 - Embase de la pièce de support n° 8
6 - Grille-écran
7 - Support de la grille-écran
8 - Pièce de support de l'ensemble tournant permettant un réglage en hauteur
9 - Tube extérieur, fixe
10 - Roulement à billes
11 - Tube central servant d'axe à l'ensemble tournant
12 - Pièce tournante supportant la colonnette plexiglas (n° 14)
13 - Tore
14 - Colonnette en plexiglas isolant l'un de l'autre les deux tores
15 - Logement du roulement à billes assurant le contact avec l'amenée HT
16 - Tube ∅ 2 x 4 supportant le disque (n° 17) et servant d'amenée HT
17 - Disque
18 - Fil
19 - Tube ∅ 2 x 4 supportant le fil (n° 18) et assurant sa mise à la masse (ou à la HT)
20 - Cloche en pyrex.

Note - Sont mobiles les pièces n° 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19.

Toutes les autres sont fixes.

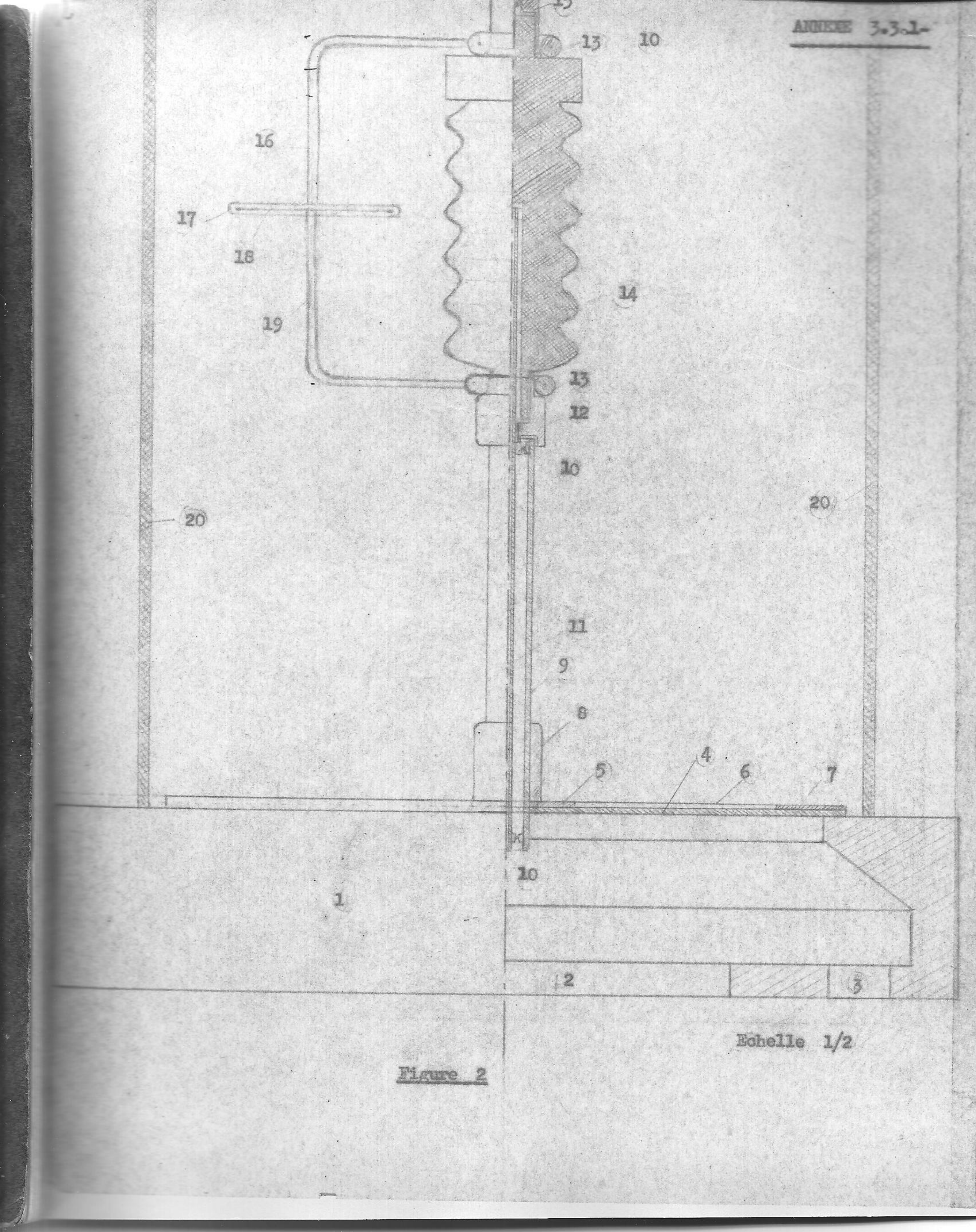


Figure 2

ANNEXE 3.3.1-

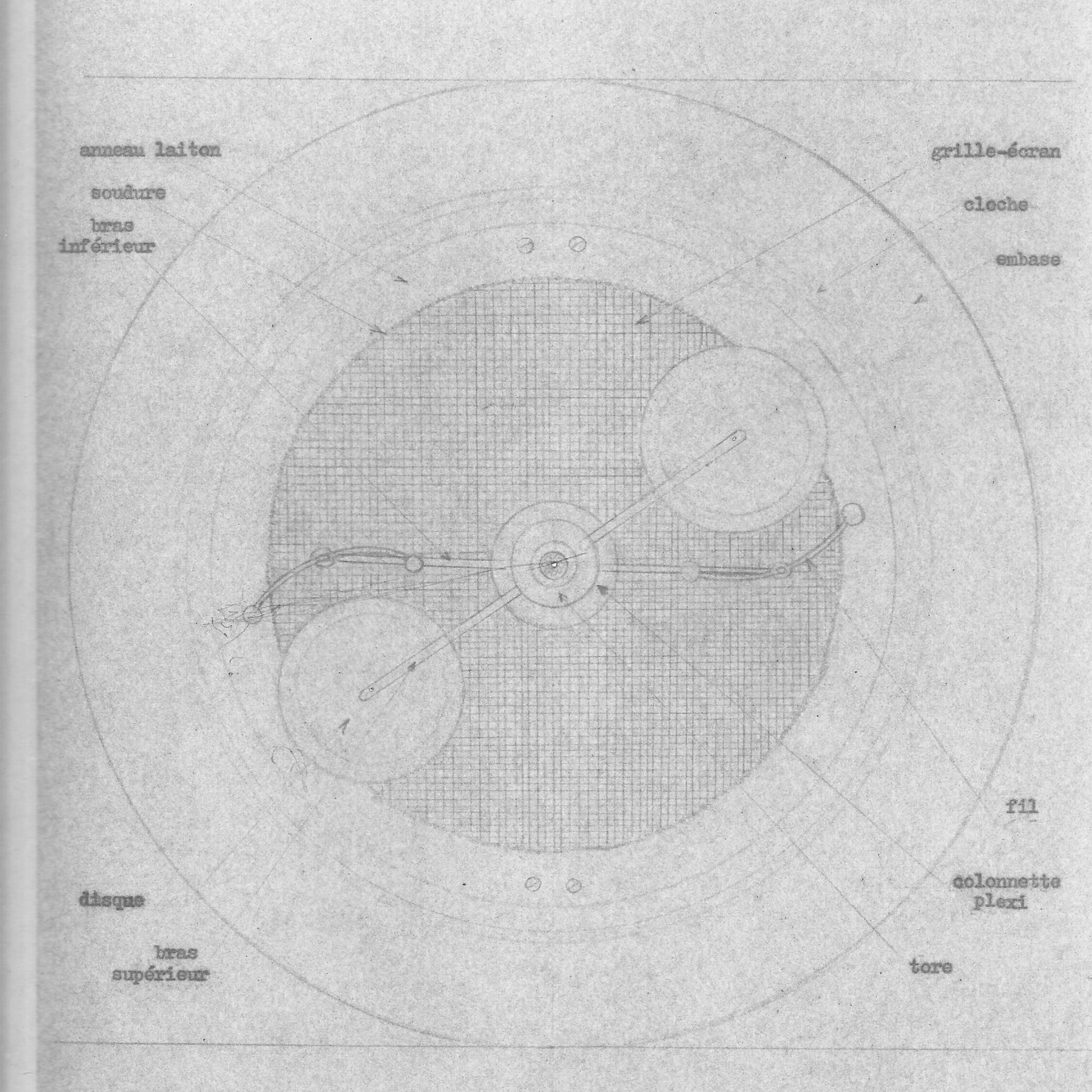


Figure 3

ANNEXE 3.3.2-

Comportement à pression atmosphérique, à l'air libre, puis sous cloche, d'un dispositif disque-fil.

Ces essais sont analogues, dans leur partie à l'air libre, à ceux effectués sur les dispositifs "Carroussel" et "Escarpolette", les mesures portant ici sur la vitesse de rotation et la consommation.

Ils ont été effectués :

- d'une part avec haute tension appliquée au fil, le disque étant à la masse ;
- d'autre part avec haute tension appliquée au disque, le fil étant à la masse.

Les courbes "à l'air libre" (c'est-à-dire en l'absence de cloche) ont été exécutées en disposant, de part et d'autre du dispositif tournant, des supports isolants verticaux reliés par un tube également isolant au milieu duquel arrive le conducteur de haute tension.

- La mesure de tension était faite à l'aide d'une perche de mesure placée directement avant l'arrivée de la tension sur le dispositif.
- La mesure d'intensité était prise en intercalant un milliampèremètre entre l'ensemble de la table métallique isolée du sol, et la masse.
- La puissance se déduit évidemment du produit U I.

Les graphiques ci-après rendent compte des courbes N = f (U), I = f (U) et N = f (P), pour deux écartements disque-fil (toutefois, dans les courbes P, on a fait figurer d'autres écartements).

.../

On voit :

- que les courbes N = f (U) sont très différentes à l'air libre et sous cloche ; la cloche ralentit, à tensions égales, le mouvement, de façon considérable.
- que les courbes I = f (U) sont également différentes : pour une même tension, on consomme nettement plus à l'air libre, ce que l'on peut imputer au renouvellement des molécules non ionisées.
- que la puissance à dépenser pour acquérir une vitesse N ne dépend guère de l'écartement disque-fil, mais est nettement supérieure dans le cas du dispositif sous cloche.

Ces essais ne prouvent qu'une chose : la cloche n'aide pas au mouvement ; elle le freine à pression atmosphérique et il y a tout lieu de croire, sans qu'on puisse évidemment le vérifier de façon absolue, qu'elle produit le même effet dans le vide.

A l'appui de cette affirmation, on peut citer les expériences suivantes :

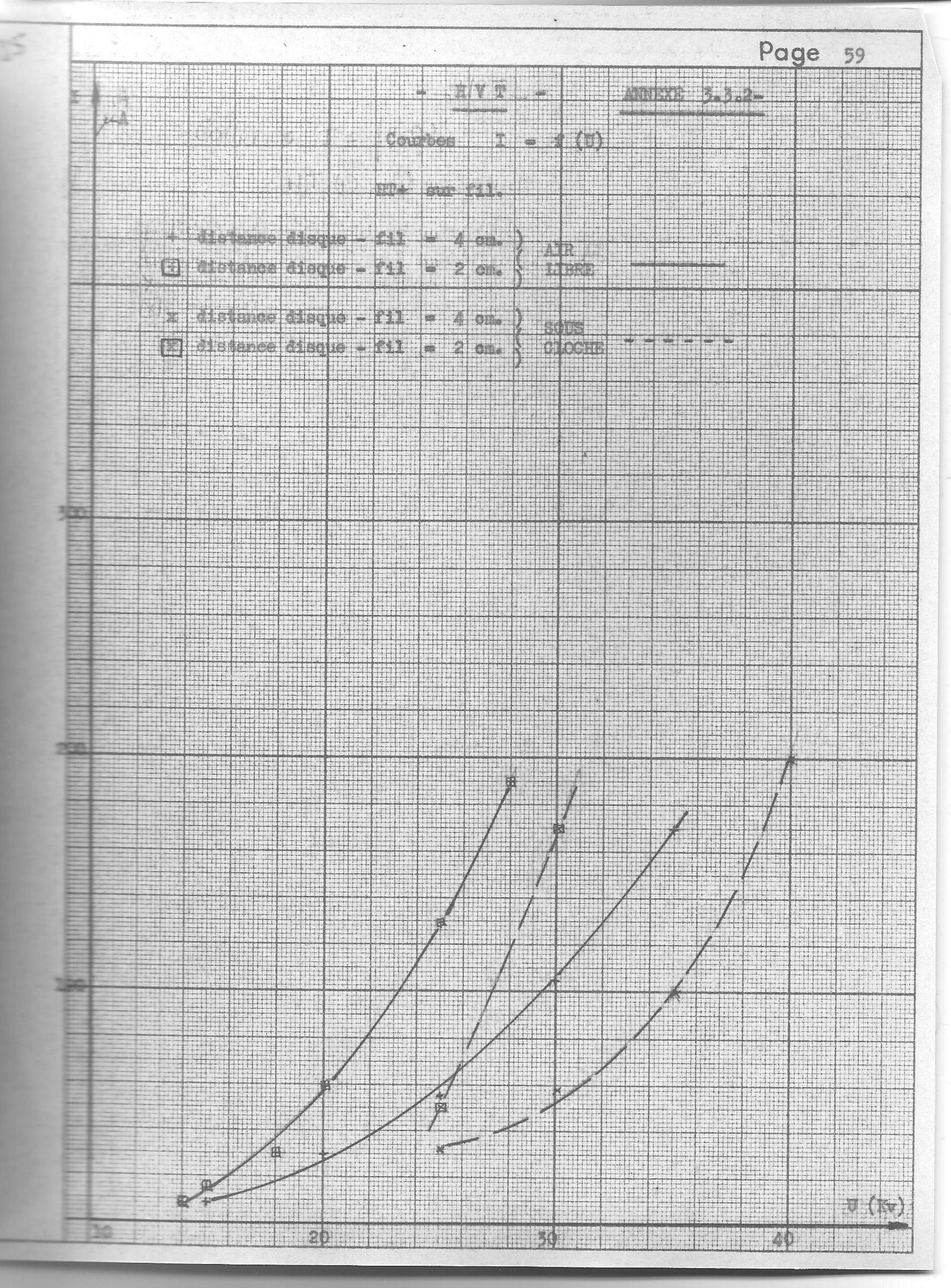
- Si, "à l'air libre" on place le système dans un fourreau métallique mis à la masse, on constate que ni la vitesse, ni le débit ne sont modifiés de façon importante.
- Si, toujours dans les mêmes conditions, on isole ce fourreau, le mouvement est très ralenti (et en général complètement arrêté), l'intensité diminue de façon très importante. Dans le cas de la cloche, on peut penser que les charges déposées sur le verre, au hasard, se comportent comme une sorte de fourreau porté à un potentiel intermédiaire entre la HT et la masse.

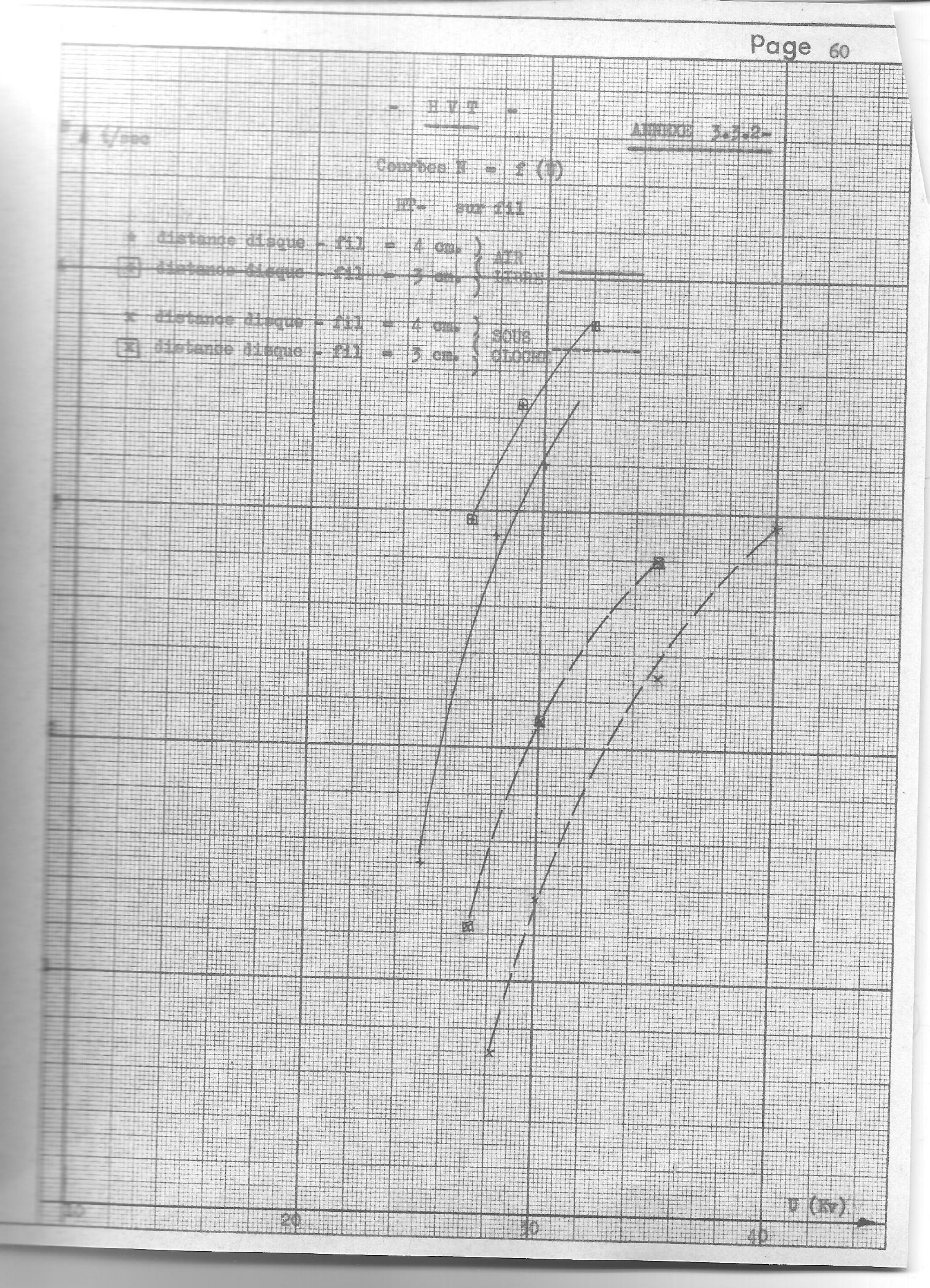
- MVT -

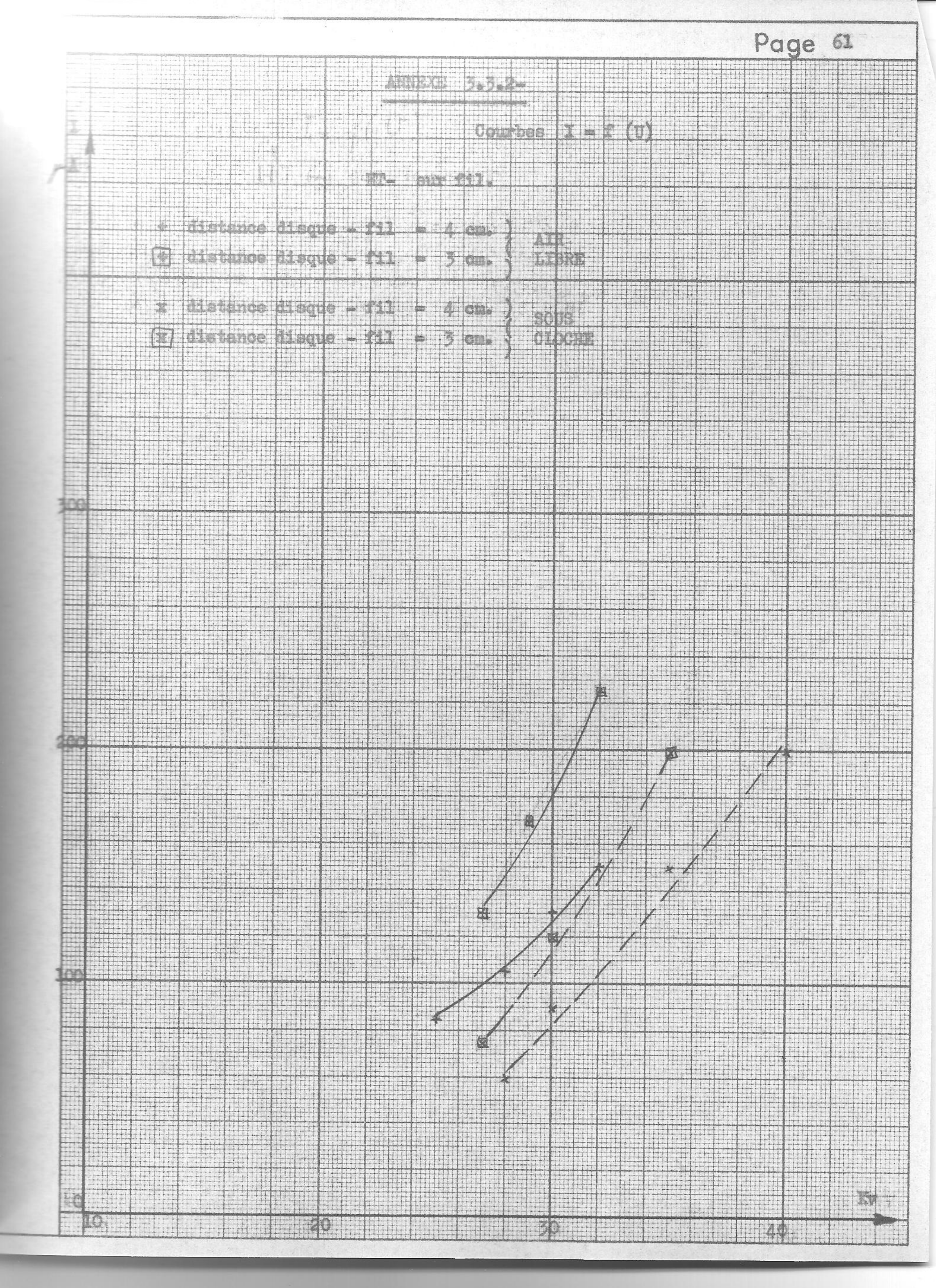
ANNEXE 3.3.2-

Courbes N = f (U)

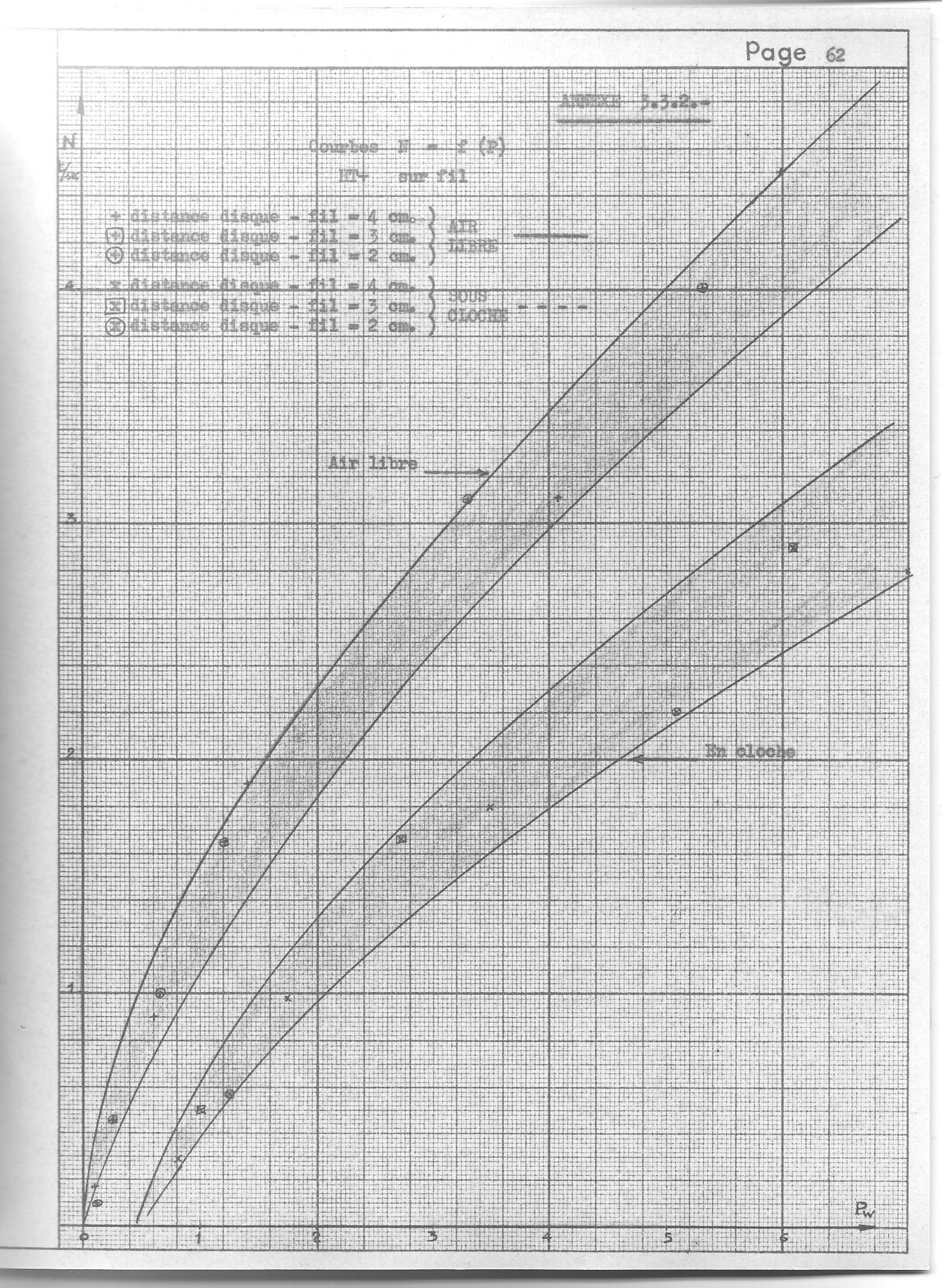
HT + sur fil


- H V T -
ANNEXE 3.3.2-
Courbes I = f (U)
HT+ sur fil.
+ distance disque - fil = 4 cm.
⊞ distance disque - fil = 2 cm.
AIR LIBRE
x distance disque - fil = 4 cm.
⊠ distance disque - fil = 2 cm.
SOUS CLOCHE
I
μA
300
200
100
10
20
30
40
U (Kv)

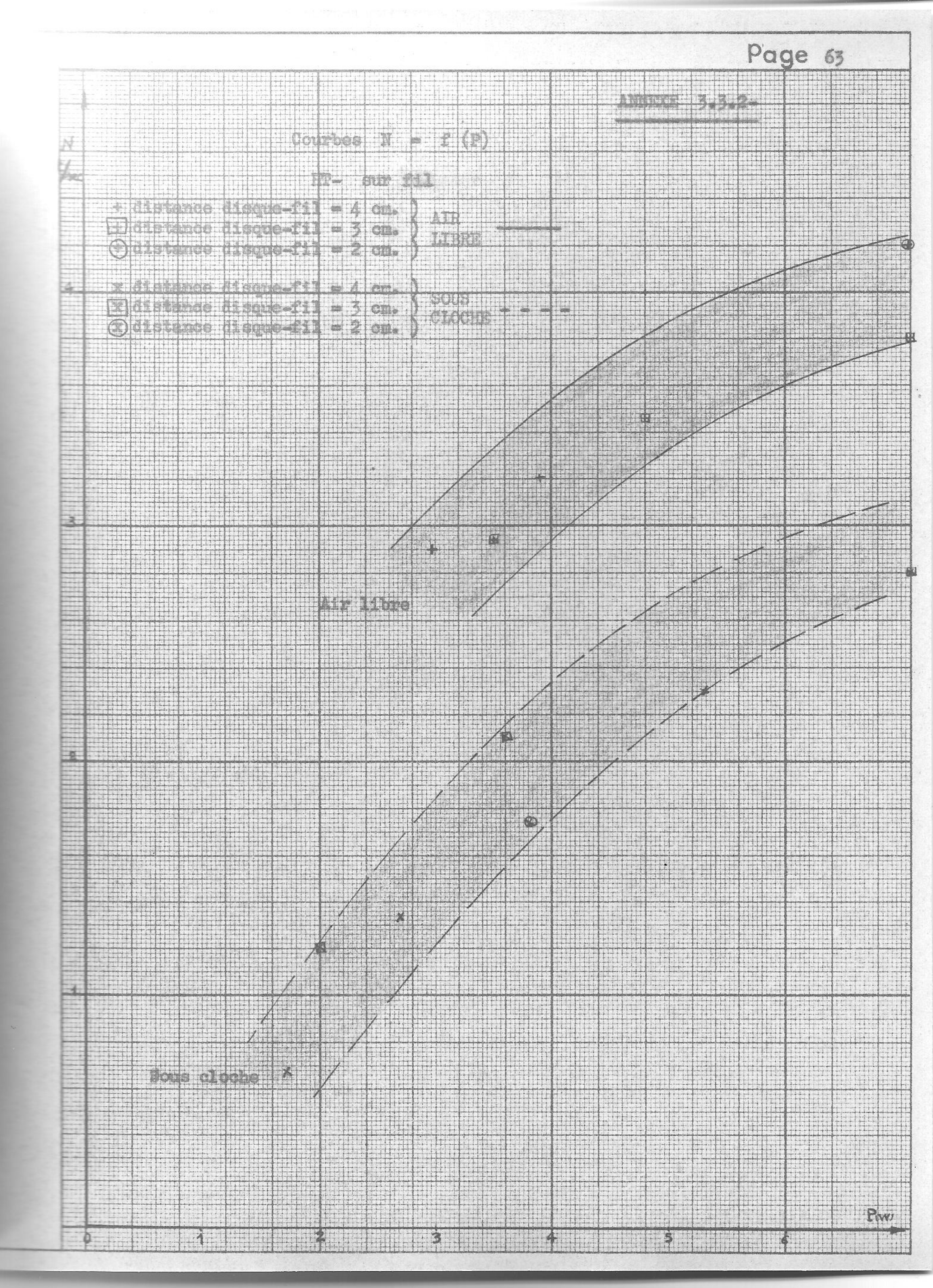

- H V T -
ANNEXE 3.3.2-
N t/sec
Courbes N = f (U)
HT- sur fil
+ distance disque - fil = 4 cm.
⊞ distance disque - fil = 3 cm.
AIR LIBRE
x distance disque - fil = 4 cm.
☒ distance disque - fil = 3 cm.
SOUS CLOCHE
U (Kv)
10
20
30
40


ANNEXE 3.3.2-
Courbes I = f (U)
ET- sur fil.
+ distance disque - fil = 4 cm.
[+] distance disque - fil = 3 cm.
AIR LIBRE
x distance disque - fil = 4 cm.
[x] distance disque - fil = 3 cm.
SOUS CLOCHE
I
A
300
200
100
10
20
30
40
Kv

ANNEXE 3.3.2.-



N
t/m
Courbes N = f (P)
HT4 sur fil
+ distance disque - fil = 4 cm.
distance disque - fil = 3 cm.
distance disque - fil = 2 cm.
AIR LIBRE
x distance disque - fil = 4 cm.
distance disque - fil = 3 cm.
distance disque - fil = 2 cm.
SOUS CLOCHE
Air libre
En cloche
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5
6
Pw


ANNEXE 3.3.2-
Courbes N = f (P)
HF- sur fil
+ distance disque-fil = 4 cm.
distance disque-fil = 3 cm.
distance disque-fil = 2 cm.
AIR LIBRE
x distance disque-fil = 4 cm.
distance disque-fil = 3 cm.
distance disque-fil = 2 cm.
SOUS CLOCHE
Air libre
Sous cloche
N
0
1
2
3
4
5
6
Pw

ANNEXE 3.3.3.

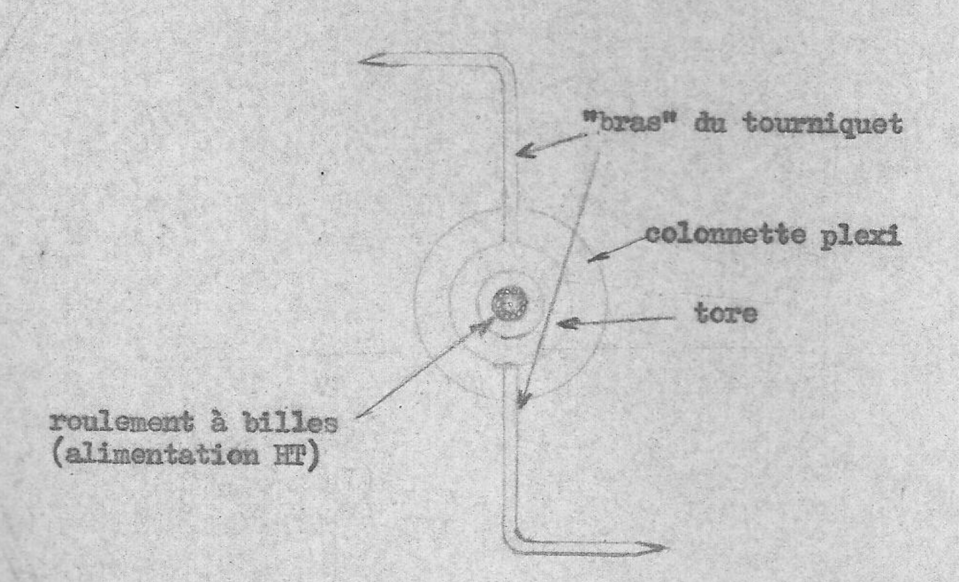
Dans le but de valider les essais sous vide dont il sera question dans les annexes suivantes, nous avons réalisé un "tourniquet" du type classique (voir schéma) et avons observé son comportement à l'air libre, puis à pression atmosphérique sous cloche et enfin sous vide.

A l'air libre, ce tourniquet effectue plusieurs tours par seconde pour une tension de 40 kV, tant en positif qu'en négatif. Toujours à pression atmosphérique, mais sous cloche, nous avons été obligés, dans un cas, de monter à 50 kV pour obtenir une rotation continue de vitesse cependant très inférieure à celle citée plus haut, et ceci tant en négatif qu'en positif.

On peut dire, comme dans l'annexe 3.3.2-, que la cloche n'aide pas le mouvement.

Enfin, à 5.10^{-5} mm Hg environ, nous n'avons observé aucune rotation de ce tourniquet, en montant la tension jusqu'à 150 kV. Le seul mouvement obtenu à la mise en tension du tourniquet est un mouvement de rappel du dispositif tendant à le bloquer dans une direction. Ceci est dû à l'attraction entre les charges déposées sur le tourniquet et celles disposées par influence sur la paroi de la cloche.

ANNEXE 3.3.3-


Cloche
"bras" du tourniquet
colonnette plexi
tore
roulement à billes
(alimentation HT)

ANNEXE 3.3.4.1-

Système disque-fil dans le vide

Les expériences mentionnées dans ce chapitre ont été réalisées dans la cloche de verre décrite dans l'annexe précédente, à des pressions comprises entre 2.et 5.10^{-5} mm Hg.

Les disques étaient en aluminium, d'un diamètre de 75 mm. et d'une épaisseur de 5 mm. en bord de disque, le centre étant diminué d'épaisseur pour allègement.

Les fils étaient de 6/10 en laiton avec, à l'extrémité, une petite boule de soudure de diamètre 2 mm. environ (pour diminuer le champ à l'extrémité) ; dans les expériences ultérieures, les fils ont été portés à 12/10 pour supporter des boules de soudure de diamètre 6 mm. environ ; il semblait en effet dangereux pour la cloche de soumettre le verre à un champ intense, surtout dans le cas où la haute tension était appliquée sur le fil.

Le bord extérieur du disque et la boule externe du fil se trouvaient environ à 2 cm. de la paroi de la cloche (d'où la création de charges importantes sur le verre).

La distance entre disque et fil était variable et a été réglée, selon les essais, entre 2 et 5 cm. ; vu les impossibilités de mesure dûes à la cloche, il n'a pas été constaté d'effet quantitatif de la variable distance disque-fil.

I - <u>Essais avec une seule polarité - Système seul</u>

Une cinquantaine d'essais ont été exécutés avec ce système dans le vide.

.../

Les trois résultats certains sont que :

- le système est toujours le siège d'une force dirigée du moins vers le plus quelle que soit la polarité de la machine employée et l'électrode d'application de la haute tension (l'autre électrode étant mise à la masse).
- l'apparition d'un "flash" dans la cloche cause une force propulsive de même sens que la force créée à tension stabilisée.
- le système est soumis à une force plus faible dans le cas où la polarité est négative sur le disque ou positive sur le fil (sens fil en avant), que dans le cas inverse.

Le disque débite plus

Ainsi, dans les premiers essais réalisés, où la cloche n'était pas séchée pendant l'expérience et où sa conductibilité extérieure par l'eau de l'atmosphère permettait à un champ élevé entre haute tension et surface extérieure, de créer sur la paroi intérieure de la cloche des charges très importantes, nous constations les résultats suivants :

- Essai avec haute tension négative sur disque, le fil étant mis à la masse : mouvement entretenu seulement par flashes ; faute de quoi le système, lancé sur flash, s'arrête en quelques tours et ne repart que si, la tension ayant été augmentée, un nouveau flash survient ; valeur minimum de la tension pour apparition du phénomène : 70 kV. *
- Essai avec haute tension positive sur disque, le fil étant mis à la masse : démarrage graduel, sans flash, vers 40 kV ; rotation à 2 t/s. environ pendant une minute ; puis le mouvement ralentit et l'on peut faire repartir le système moyennant une légère augmentation de tension. Si un flash survient, le système part vivement, toujours dans le même sens, moins vers plus.

Remarquons que ces expériences en rotation ont souvent dû être interrompues par peur de centrifuger le système et de faire imploser la cloche, les vitesses obtenues ayant atteint plus de 4 t/s. même pour des tensions assez faibles (de l'ordre de 50 à 60 kV).

.../

- Essai avec haute tension positive sur fil, le disque étant mis à la masse ; le système se comporte comme dans le premier type d'essai, c'est-à-dire ne part que sur flashes.
- Essai avec haute tension négative sur fil, le disque étant mis à la masse : le système se comporte comme dans le second cas.

Nous avons cherché à mesurer les intensités consommées par le système en rotation : elles sont très faibles et n'ont pu être mesurées qu'en isolant la table et en intercalant un microampèremètre entre elle et la masse ; dans ces conditions, nous avons relevé des intensités de 2 à 4 microampères pour 40 kV et une rotation obtenue de l'ordre de 2 t/s. (cas haute tension positive sur disque).

Il serait tentant d'estimer le travail mécanique remboursé : malheureusement on ne peut connaître le couple résistant Cr dû aux charges électrostatiques sur la cloche. Le couple résistant mécanique étant d'environ 1 g x cm., on peut seulement dire que les 0,12 watts dépensés ont produit un travail de $(1 + C_r)\ 1,3\ \ 10^{-3}$ watts.

Nous avons tenté ensuite, pour réaliser des expériences semi-quantitatives, d'empêcher la cloche d'être conductrice en la nettoyant avec des solvants divers et en maintenant autour de l'extérieur un courant ascendant d'air sec ; cela n'a pas donné de résultats appréciables.

Par contre, le fait de disposer autour de la cloche des sources infrarouges maintenant le verre à une température supérieure à celle de l'air ambiant, permet de réaliser des expériences avec haute tension positive sur fil ou négative sur disque, dans lesquelles le mouvement s'entretient sans le secours des flashes. A fortiori, les deux autres configurations fonctionnent-elles correctement. Toutefois, cette amélioration est encore très insuffisante pour permettre la réalisation de mesures.

2 - Essais avec une seule polarité et un fourreau à la masse (Fig. 1 et 2)

Dans le but d'éliminer les actions de la cloche et de réfuter une explication particulaire du phénomène, nous avons ajouté au système précédent

.../

un fourreau métallique mobile solidaire de la partie tournante du système, relié à la masse, et "blindant" en quelque sorte les systèmes disque-fil de 75 mm. au-dessus et en-dessous du plan horizontal du disque.

Le système, quoique considérablement alourdi, tourne toujours dans le sens moins vers plus.

Lors d'une expérience où la haute tension positive était appliquée au fil, le disque et le fourreau étant à la masse, nous avons obtenu une rotation entretenue du système, pendant une dizaine de minutes, au régime d'un tour/seconde.

3 - Essais avec une seule polarité et une "boîte" à la masse (Fig. 3)

Nous avons tenté de fermer entièrement le fourreau précédent en le munissant d'un fond métallique et d'un couvercle plexiglas.

Les systèmes disques-fils sont alors entièrement enfermés et toute explication particulaire, déjà difficilement défendable dans les expériences précédentes, devient impossible.

Le système devient malheureusement trop lourd pour que nous puissions constater une rotation importante. Toutefois nous avons obtenu des fragments de tours, toujours dans le sens moins vers plus ; d'autre part, en vibrant énergiquement le système pour diminuer les frottements, il est possible d'obtenir une rotation continue.

4 - Essais en bipolaire

Lorsque nous avons disposé de machines de deux polarités opposées, un second passage haute tension, latéral dans l'embase, a permis d'alimenter le fil et le disque par des polarités opposées, la colonne centrale du dispositif tournant reposant alors sur un pontet isolant.

.../

Les expériences réalisées dans ces conditions montrent qu'avec des polarités symétriques, les résultats précédemment annoncés sont toujours valables ; il semble qu'on puisse affirmer que seule la différence des tensions entre disque et fil joue et, donc, que la force propulsive est bien la même dans les trois cas suivants (pris comme simple exemple) :

- haute tension 40 kV positive sur disque, 40 kV négative sur fil
- haute tension 80 kV positive sur disque, fil à la masse
- haute tension 80 kV négative sur fil, disque à la masse.

5 - Influence d'un champ magnétique (Fig. 4)

Il était à craindre que le champ magnétique terrestre n'ait une responsabilité dans le phénomène : la composante horizontale n'en pouvait avoir puisque les rotations sont continues ; par contre, on pouvait penser que la composante verticale agissait.

Nous avons réalisé un solénoïde qui, enveloppant largement la cloche, soumettait le système en essai à un champ magnétique vertical variable entre -6 et +6 gauss, soit environ 13 fois la composante verticale du champ terrestre.

Le solénoïde avait les dimensions suivantes :

diamètre : 75 cm.
hauteur utile : 45 cm.
nombre de spires/cm : deux
intensité : 4,5 A.

Dans ces conditions, le champ au centre était de l'ordre de 6 gauss et un peu plus élevé sur la trajectoire des systèmes en essai.

Les quatre expériences suivantes ont été réalisées, en appliquant la haute tension positive sur les disques :

.../

- essai ordinaire ; rotation entretenue à environ 0,5 t/sec. sous 80 kV, + en avant.
- mise en place du solénoïde relié à la masse mais parcouru par un courant nul : approximativement même rotation ; même sens.
- mise sous tension du solénoïde avec intensité : 4,5 A. : pas de changement appréciable dans le comportement du système ; même sens.
- inversion du sens de passage du courant : pas de différence avec les essais précédents ; même sens.

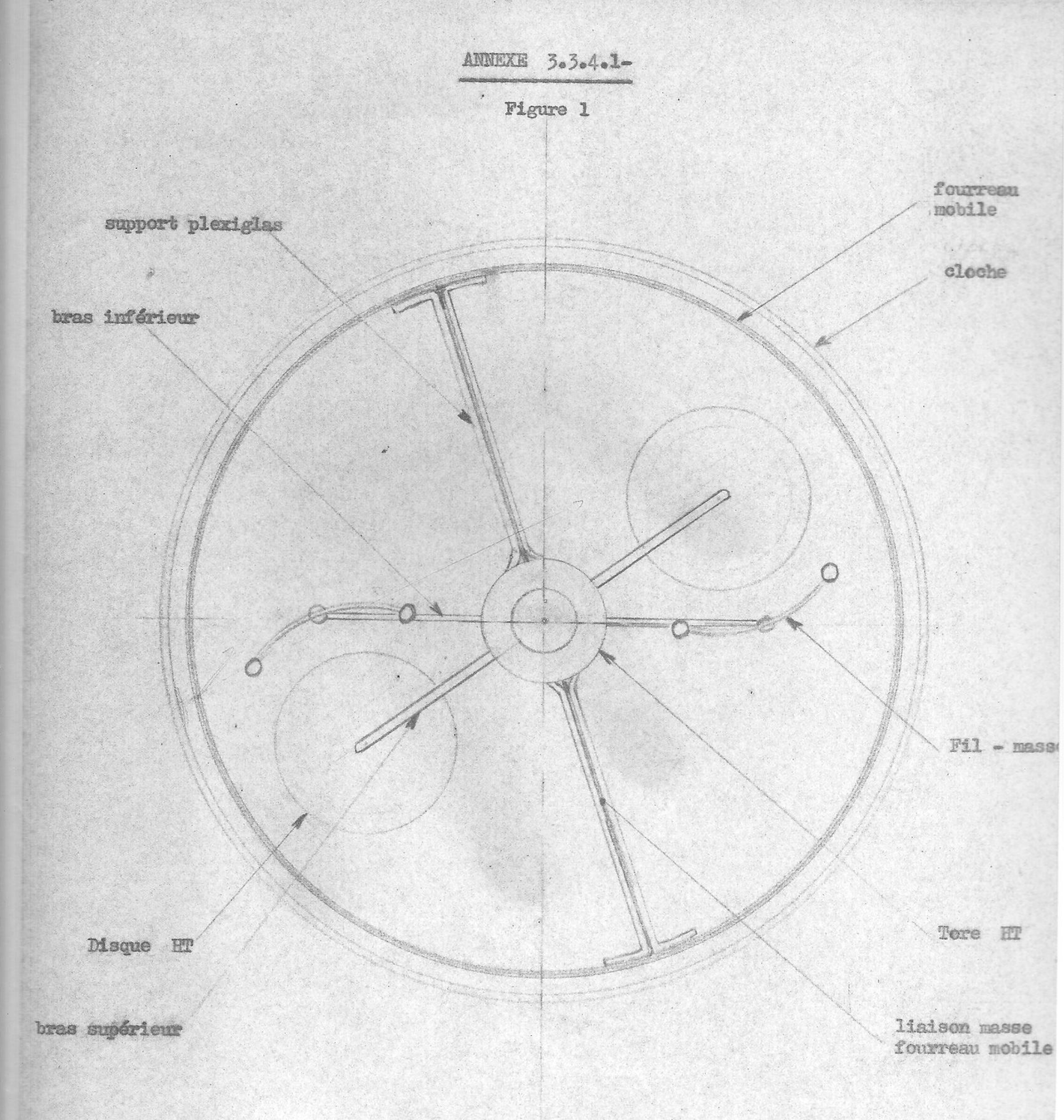
Pendant ces essais, nous avons coupé et rétabli le courant, donc les 6 gauss, sans que les disques n'en tournent plus ou moins vite.

Remarque : Il est certain que le champ magnétique, soit terrestre, soit créé, doit agir sur les bras d'arrivée de la haute tension ; mais l'intensité dans ces conducteurs étant de l'ordre du microampère, les couples que l'on peut obtenir sont de l'ordre de 6.10^{-5} dynes x cm., ce qui ne saurait se constater.

31

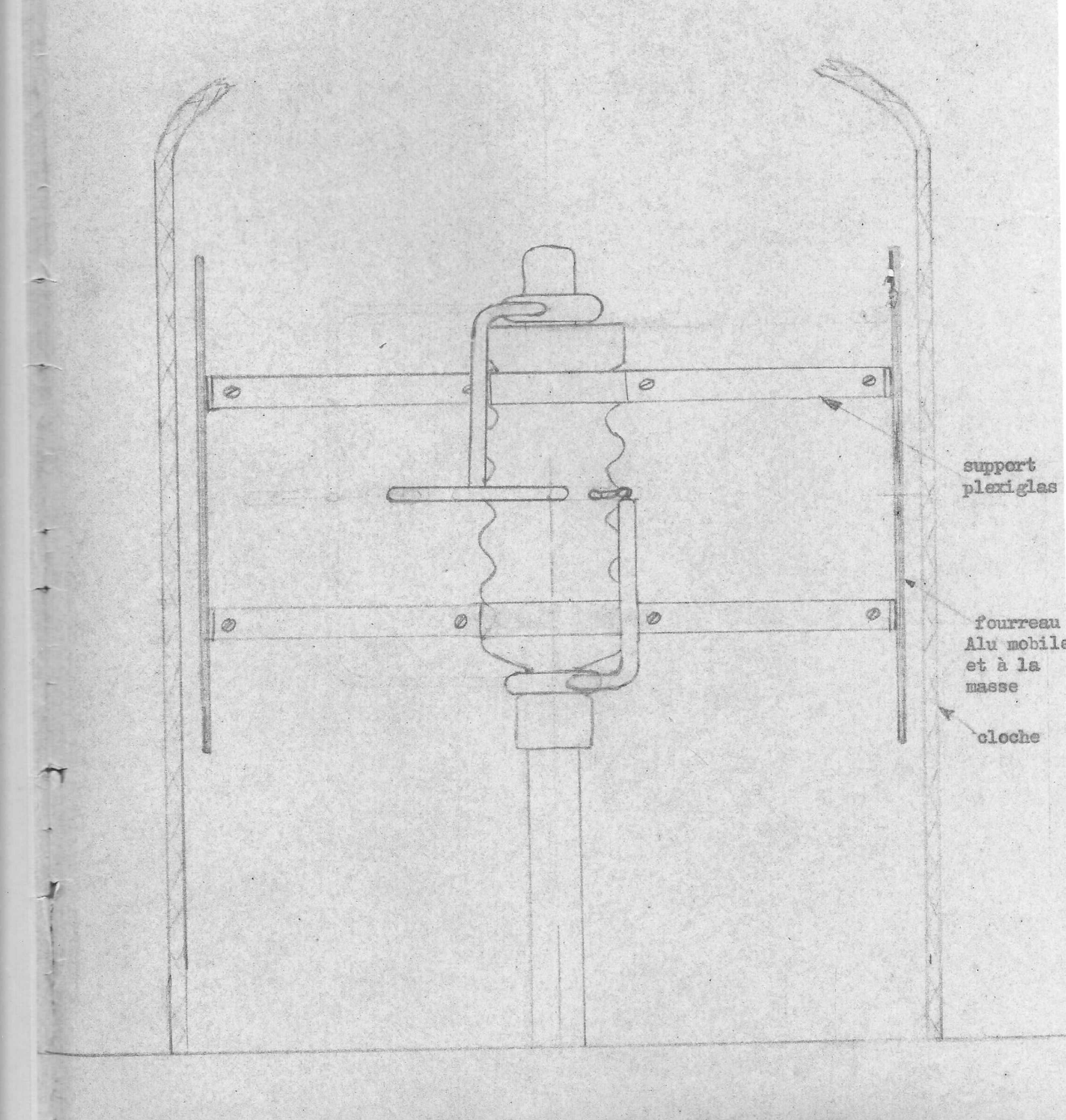
ANNEXE 3.3.4.1-

Figure 1



ANNEXE 3.3.4.1-

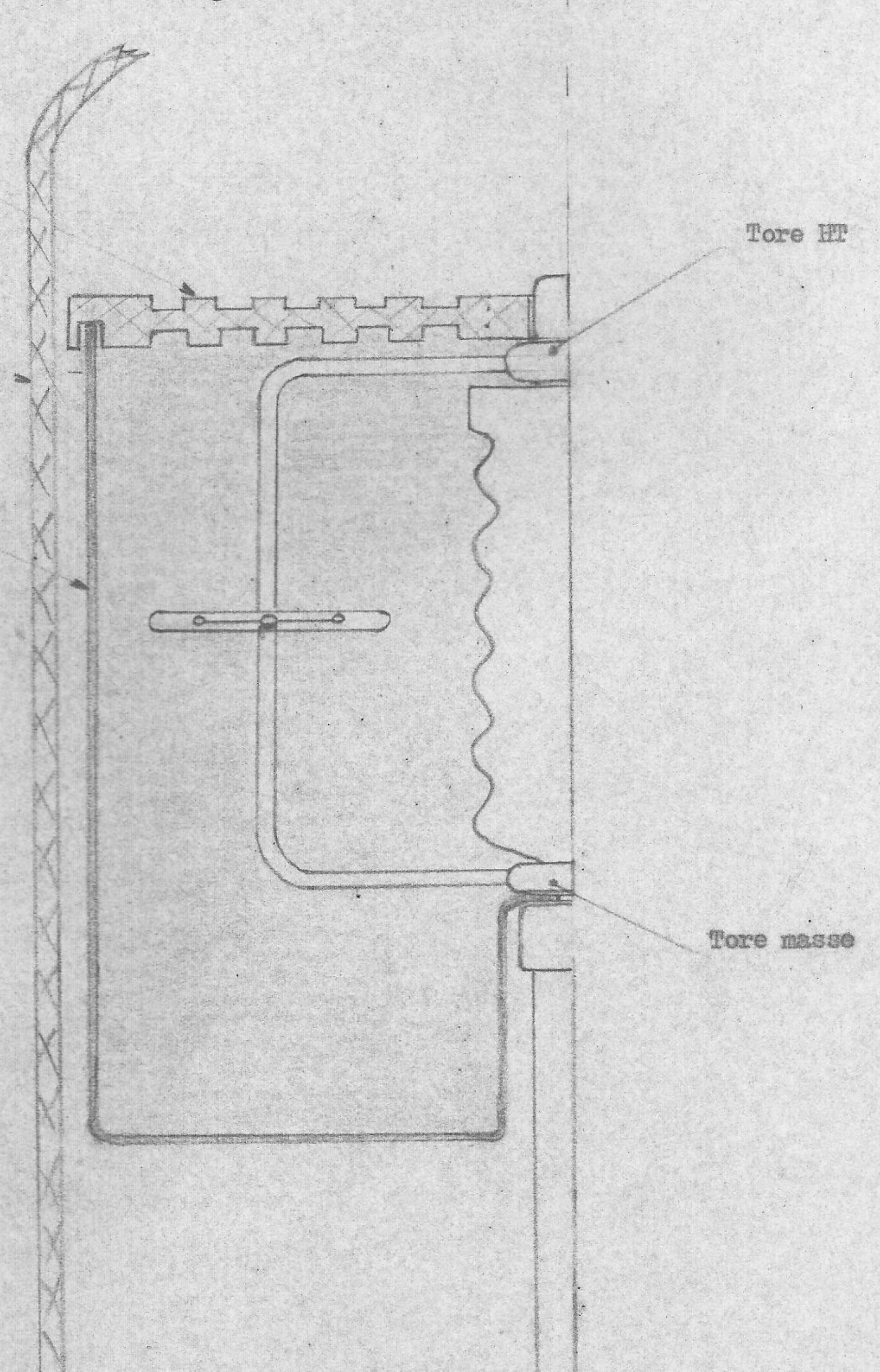
Figure 2



33

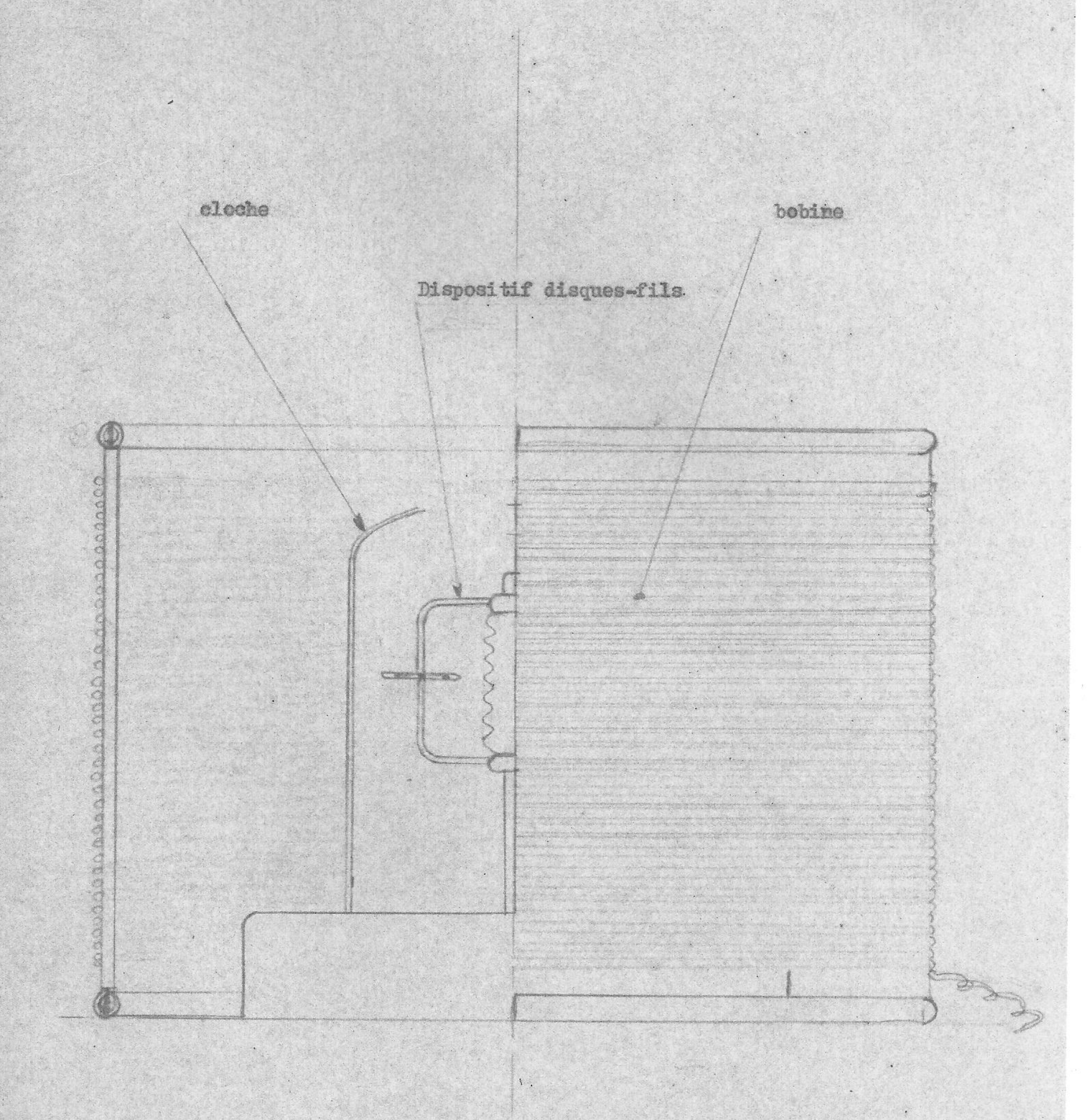
ANNEXE 3.3.4.1-

Figure 3



ANNEXE 3.3.4.1-

Figure 4



ANNEXE 3.3.4.2-

Nous avons étudié la vitesse de rotation du système disque et fil en fonction de la pression dans la cloche, en essayant de maintenir la tension constante le plus longtemps possible.

Toujours pour les mêmes raisons (ennuis dûs à la cloche de verre, etc.), nous n'avons pas pu relever de vitesses précises. Cependant, nous avons vérifié qu'il y a bien, à pression atmosphérique, superposition de deux effets $\vec{E}$ et $\vec{P}$, comme nous l'avons déjà expliqué plus haut.

En effet, lorsque la haute tension négative est appliquée sur le fil, le disque étant à la masse, on observe qu'à 2.10^{-5} mm Hg, le système se déplace disque en avant, c'est-à-dire du négatif vers le positif. Dans l'un de nos premiers essais, nous avions dans ce cas une vitesse de l'ordre de 1 t/s. pour 40 kV et 2 μA. L'air étant admis dans la cloche à l'aide d'un robinet à aiguille, nous avons observé, jusque vers 10^{-3} mm Hg, une dimimution de la vitesse jusqu'à l'arrêt complet.

Entre 10^{-3} mm Hg et environ 250 mm Hg, il n'est plus possible de garder 40 kV, du fait que nous nous trouvons dans la zône de grande conductibilité de l'air où se produisent des phénomènes lumineux. Puis, vers 300 mm Hg, la tension recommence à se maintenir et le système repart brutalement fil en avant, c'est-à-dire dans le sens positif vers négatif.

Nous avons vérifié que la même chose se produit lorsque la haute tension positive est appliquée sur le disque. Les sens de rotations sont alors les mêmes que ci-dessus.

Par contre, dans les deux autres cas d'expériences, où il se trouve que les efforts $\vec{E}$ et $\vec{P}$ sont dirigés dans le même sens, c'est-à-dire :

- fil à la haute tension positive, disque à la masse,
- disque à la haute tension négative, fil à la masse,

le système n'inverse pas son sens de rotation en fonction de la pression dans la cloche. Ceci est en accord avec l'hypothèse $\vec{E} \pm \vec{P}$, que nous avons développée plus haut.

ANNEXE 3.4-

Nous avons monté, sur chaque bras du système tournant, deux disques d'Au4 G, de diamètre 45 mm. et d'épaisseur 5 mm. et arrondis sur leurs bords. Les disques étaient disposés parallèlement, à une distance de 2 cm. l'un de l'autre ; dans chaque couple de disques, l'un était mis à la masse et l'autre porté à une haute tension soit positive soit négative.

1°/ Essais dans l'air

Lorsque la haute tension est appliquée dans l'air à un disque, le système tourne :

+ en avant, si l'on applique une haute tension positive,
- en avant, si l'on applique une haute tension négative.

On constate, comme dans tous les phénomènes à pression atmosphérique, que la haute tension "pousse" du côté où le champ a la valeur la plus élevée : ici l'effet de tourniquet est maximum sur la face intérieure au condensateur du disque porté à la haute tension. Les vitesses de rotation sont très faibles, le flash entre disques intervenant vers 35 kV.

2°/ Essais sous vide.

Par contre, le même dispositif tourne, dans le vide, du côté + en avant, quelle que soit la polarité de la haute tension appliquée. On obtient des rotations entretenues, à des vitesses de l'ordre de 1 tour/seconde.

On pouvait supposer dans cet essai des actions particulaires entre les électrodes ; aussi l'essai suivant a-t-il été effectué avec un diélectrique solide entre les disques.

ANNEXE 3.4-

Tore HT

Cloche

endroit de plus grand champ
où s'exerce l'effet de
tourniquet.

bras supérieurs
HT

bras inférieurs
masse

disques

ANNEXE 3.5-

Essai à pression atmosphérique, d'un condensateur plan à diélectrique plexiglas.

Ce condensateur se compose de deux disques en alliage léger (Au4G) de ∅ 45 et 5 mm. d'épaisseur, séparés par une enveloppe de plexiglas de 5 mm. d'épaisseur (voir schéma) comportant des gardes de flash ; les deux disques sont reliés par des "bras" en tube AG.3 2 x 4 aux tores supérieur (HT) et inférieur (masse).

On constate dans l'air :

- que, dans le cas où la haute tension négative est appliquée à un disque, l'autre étant à la masse, le système se déplace positif en avant ;
- que, dans le cas où la haute tension positive est appliquée à un disque, l'autre étant à la masse, le système se déplace négatif en avant.

On peut dire que, dans l'air, c'est le disque porté à une haute tension qui "pousse" le système.

Ceci nous a semblé normal car c'est la face "externe" (voir schéma) de ce disque qui est l'endroit "de plus grand champ" sur qui s'exerce l'effet de tourniquet.

Par ailleurs, les courbes 1 à 4 jointes à cette annexe, montrent des résultats analogues à ceux obtenus précédemment en ce qui concerne l'effet de freinage de la cloche.

Enfin, des essais faits avec écran métallique mis ou non à la masse, ont apporté les mêmes résultats que précédemment (voir annexe 3.3.2-), à savoir que le fourreau étant isolé, il n'y a pas rotation ; si le fourreau

.../

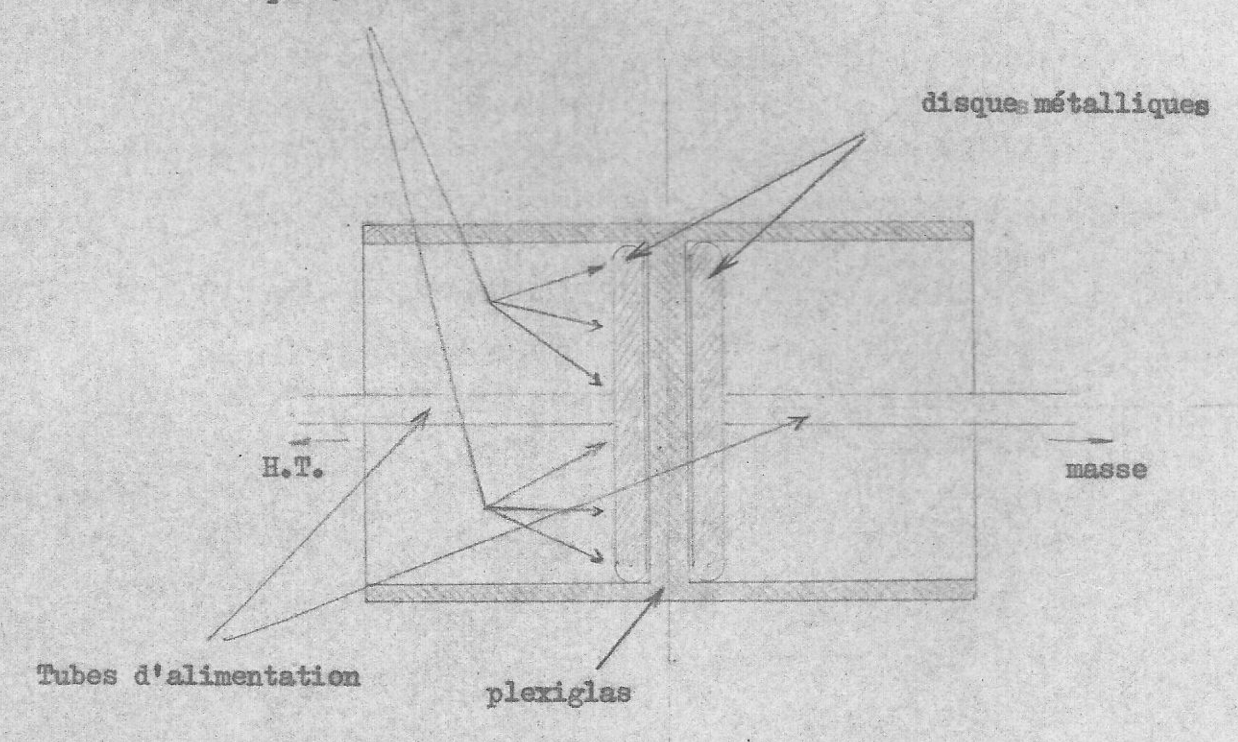
est mis à la masse, le système tourne, les sens de rotation, selon la distribution des polarités, concordant avec ceux décrits ci-dessus.

Reprenant les mêmes essais, toutes choses égales par ailleurs, mais cette fois sous vide, nous avons constaté que le mouvement devient polarisé en ce sens que le système, quelle que soit la distribution des polarités, tourne toujours positif en avant, c'est-à-dire du négatif vers le positif.

Les courbes 5 et 6 jointes à cette annexe montrent que la rotation du système est plus rapide avec HT positive qu'avec HT négative. On voit aussi que les points relevés sont assez dispersés, ce qui est dû - comme précédemment - à l'influence de la cloche.

Signalons enfin quelques essais faits avec écran métallique fixe mis à la masse, intérieur à la cloche. Aucun mouvement n'est obtenu alors. Ce fait ne nous a pas semblé anormal, au contraire, car la présence de l'écran métallique entre la cloche et le système tournant correspond à un accroissement des charges fixes et, par conséquent, bloque le système plus efficacement encore que la seule cloche de verre.

ANNEXE 3.5-


Axe du pivot
Endroit de "plus grand champ" où s'exerce l'effet de tourniquet.
disques métalliques
H.T.
masse
Tubes d'alimentation
plexiglas

ANNEXE 3.5-

essais à pression atmosphérique

N/m

⊕ HT + sur disque - Air libre }
⊖ HT - sur disque - Air libre } Courbes 1

⊞ HT + sur disque - En cloche }
⊟ HT - sur disque - En cloche } Courbes 2

2

Air libre

En cloche

1

0

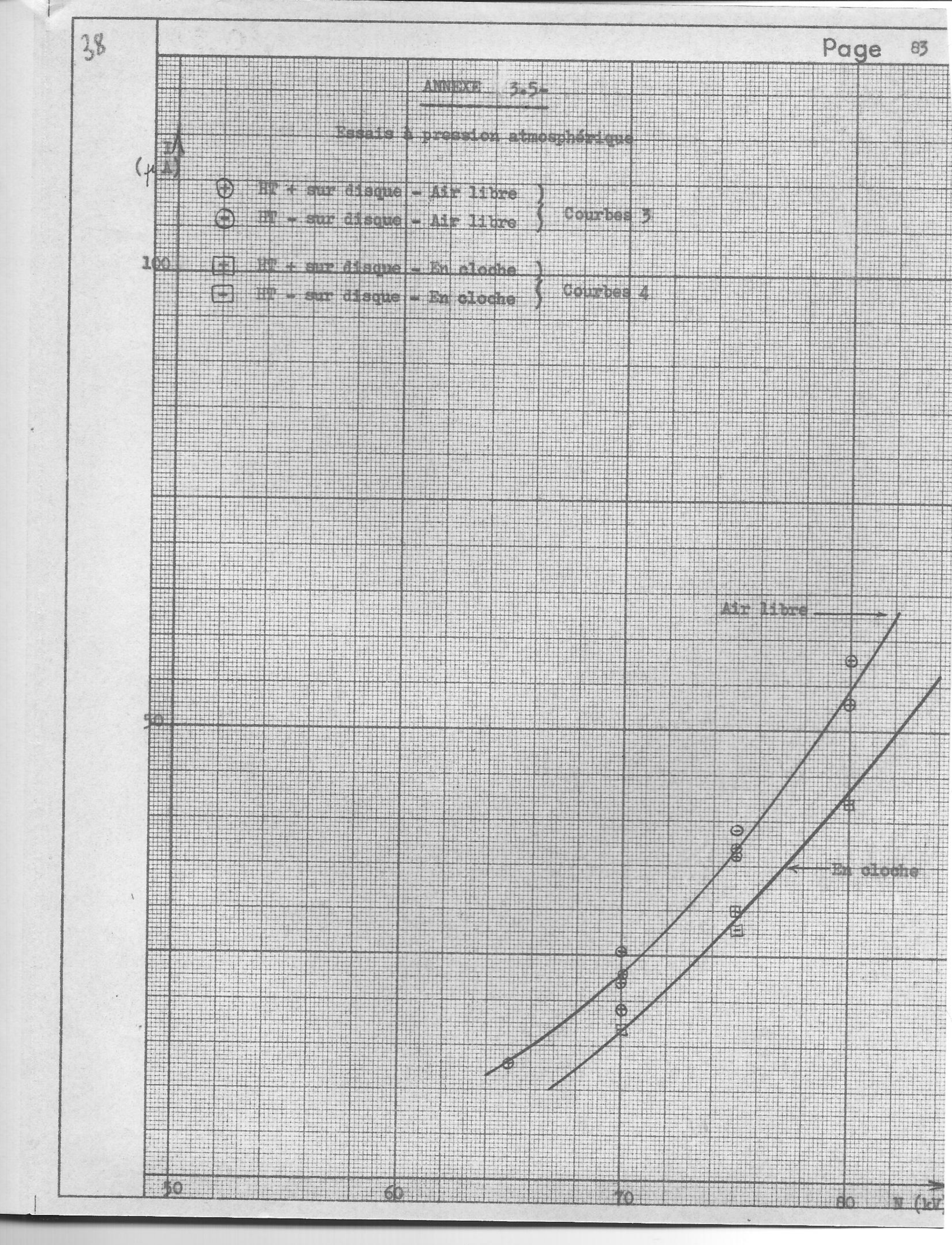
50

60

70

80

V(kV)


ANNEXE 3.5.
Essais à pression atmosphérique
I
(μA)
HT + sur disque - Air libre
HT - sur disque - Air libre
Courbes 3
HT + sur disque - En cloche
HT - sur disque - En cloche
Courbes 4
100
50
Air libre
En cloche
50
60
70
80
N (kV)

ANNEXE 5.5-

Courbes N = f (U) SOUS VIDE

\+ HT ⊕ sur un disque - Zone 5

x HT ⊖ sur un disque - Zone 6

sens de rotation - vers +

N

2

1

0

50 60 70 80 kV

5

6

ANNEXE 3.6-

Essais dans le vide de disques parallèles, semblables aux disques utilisés précédemment, mais de natures différentes, ou munis de dispositifs ayant pour but d'accroître le champ.

1°/ Changement de nature de disques.

Des disques d'aluminium, de cuivre, et de plomb ont été utilisés, soit ensemble (électrodes de même nature) soit par paires hétérogènes. Le couple résistant (dû aux roulements) s'accroissait avec le poids des disques et constituait une première cause de difficulté d'appréciation du couple (il atteignait entre 1,5 et 3 g x cm). Mais surtout la présence des charges sur la cloche ne permettait pas de mesures ; on peut dire tout au plus que la nature du métal des disques ne change ni le sens ni l'ordre de grandeur de la force appliquée.

2°/ Dispositifs d'accroissement de champ.

Ils ont été des plus divers : fils ou pointes de différentes natures placés sur l'anode ou sur la cathode. Des fils de tantale, de tungstène, de cuivre et de cadmium ont été essayés, sans qu'une variation appréciable de l'effet soit obtenue.

Ces essais avaient pour but la vérification d'une hypothèse formulée par Mr. BROWN :

- si une électrode laisse échapper une particule de masse m_1, et si cette particule, accélérée, arrive sur l'autre électrode, le système entier ne sera pas soumis à une force.
- mais (indépendamment du cas où la particule "manque" le but) si la masse m_1 varie avec le potentiel du lieu où elle se trouve, ou avec la valeur du champ électrique (variable dans le cas d'une pointe), les forces ne s'annuleront pas.

.../

Comme nous l'avons déjà dit, aucune mesure sérieuse n'a pu être effectuée, le système ne tournant apparemment ni mieux, ni plus mal une fois garni de diverses pointes de diverses natures.

Nous donnons ci-après quelques rudiments de courbes obtenues lors d'essais où le freinage extérieur nous permettait de mesurer quelques vitesses : ces courbes n'étant pas reproductibles quantitativement pour une même configuration d'essai, il serait vain de chercher à les comparer entre elles.

ANNEXE 3.6-

N
(t/s)
tungstène
HT ⊖
Al
Al
rotation
2
1
U(kV)
60
70
80
90
100
N
(t/s)
tungstène
HT ⊕
Al
Al
rotation
2
1
U(kV)
70
80
90
100
110
HT ⊖
3
Cu
Al
rotation
2
1
U(kV)
60
70
80
90
N
(t/s)
HT ⊕
3
Cu
Al
rotation
2
1
U(kV)
70
80
90
100
110

ANNEXE 4.1-

Ainsi qu'il a été dit plus haut, Mr. CORNILLON avait formulé l'hypothèse suivante :

- des électrons émis par la cathode viennent "arracher" à l'anode des particules métalliques ; ces particules sont attirées par la cathode ; un certain nombre atteint la cathode ; les autres la "manquent". Ne seraient-ce pas ces dernières qui, par un simple effet de réaction, propulseraient l'ensemble positif en avant ?

L'hypothèse formulée par Mr. CORNILLON était déjà contredite par les expériences faites avec des condensateurs à diélectrique plexiglas (voir annexe 3.5-). Nous tenions cependant à vérifier qu'il en serait de même avec le système disque-fil.

Par ailleurs, dans le cas des essais faits à pression atmosphérique avec le système disque-fil, nous cherchions à diminuer les efforts sur le fil tendant à entraîner le système fil en avant.

Pour ce faire, nous avons intercalé entre le disque et le fil un bloc de plexiglas enveloppant d'une part la moitié du disque et d'autre part la totalité du fil (voir tableau).

Nous avons essayé ce nouveau dispositif sous vide, et, comme précédemment, aux ennuis de cloche près, avons vérifié que nous obtenions des rotations dans le sens négatif vers positif quelle que soit la distribution des polarités.

Nous avons repris ces essais à l'air libre, et avons constaté :

- que, dans la configuration haute tension positive sur fil, disque à la masse, l'ensemble se déplace quelquefois fil en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif, mais beaucoup plus souvent disque

.../

en avant, c'ést-à-dire dans le sens positif vers négatif.

- que, dans la configuration haute tension négative sur fil, disque à la masse, l'ensemble se déplace disque en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif.
- que, dans la configuration haute tension négative sur disque, fil à la masse, l'ensemble se déplace fil en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif.
- que, dans la configuration haute tension positive sur disque, fil à la masse, l'ensemble se déplace disque en avant, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif.

Des quatre observations qui précèdent, les trois premières nous ont semblé explicables, tout au moins en ce qui concerne la première, dans le cas où l'ensemble se déplace disque en avant.

En effet, l'armature (disque ou fil) portée à une haute tension étant l'endroit de plus grand champ, l'ensemble se déplace dans le sens "armature haute tension" vers "armature masse".

Cependant, la quatrième observation était en contradiction flagrante avec cette explication, et semblait au contraire renforcer l'hypothèse d'une somme de forces. De plus, les rotations tantôt dans un sens tantôt dans l'autre de la première configuration, pouvaient être expliquées par le fait que, le rayon de courbure du fil étant considérablement plus petit que le rayon de courbure du disque, $\vec{E}$ était beaucoup plus grand dans la première configuration que $\vec{E'}$ dans la quatrième et, selon l'humidité de l'air et l'ionisation, pouvait contrer plus ou moins la force polarisée $\vec{P}$.

Le tableau ci-après rend compte des sens de rotation et des différences de vitesses de rotation et d'intensité observées dans les quatre cas d'expérience possibles.

.../

On constate que l'intensité est nettement plus faible avec enveloppe en plexiglas que sans. Ceci nous semble dû au fait que l'ionisation dans le premier cas est beaucoup plus faible que dans le second. D'autre part, avec ou sans enveloppe de plexiglas, la force semble être plus élevée lorsque le fil est porté à une haute tension, le disque étant à la masse.

41

ANNEXE 4.1-

Avec diélectrique plexiglas					Sans diélectrique				
Configuration	U kV	I m A	Dir.	N t/s	Configuration	U kV	I m A	Dir.	N t/s
HT + 1	70	150	⇄	?	HT + 5	30	270	→	2,5
HT - 2	70	190	←	2	HT- 6	30	190	→	3
HT- 3	70	150	→	1,1	HT- 7	30	120	→	1,2
HT + 4	70	400	←	1,4	HT + 8	30	100	→	1,4

ANNEXE 4.2-

Nous avons constaté qu'à chaque fois qu'on portait à une haute tension une surface dont la projection sur un plan vertical était importante, on pouvait expliquer le mouvement du système par la théorie du tourniquet électrostatique.

Nous avons donc effectué des essais tels que ces surfaces soient réduites au minimum, et pour ce faire, avons enfermé complètement deux disques disposés dans un même plan horizontal dans une enveloppe de plexiglas (voir schéma).

Dans le but de créer un champ important sur une surface dont la projection sur un plan vertical serait minimum, nous avons disposé une (ou deux selon le cas) pointe(s) normalement à la surface d'un disque.

Il nous est rapidement apparu qu'il ne servait de rien soit de disposer une pointe sur le disque porté à une haute tension, soit de disposer deux pointes l'une sur le disque HT, l'autre sur le disque mis à la masse.

Par contre, certains résultats intéressants ont été obtenus en disposant une pointe sur le seul disque mis à la masse. La présente annexe en rend compte.

Dans la majorité des cas, nous avons constaté que :

- lorsqu'un disque est porté à une haute tension négative, l'autre étant à la masse et portant une pointe verticale, le système se déplace dans le sens négatif vers positif (c'est-à-dire pointe en avant), la vitesse de déplacement croissant généralement en fonction de la tension appliquée.

- lorsqu'un disque est porté à une haute tension positive,

.../

l'autre étant à la masse et portant une pointe verticale, le système se déplace dans le sens positif vers négatif (c'est-à-dire pointe en avant) et ceci jusqu'à une certaine valeur de la tension ; pour une tension un peu supérieure, le système s'immobilise ; puis, pour une valeur légèrement supérieure (1 à 2 kV), le système repart en sens inverse, c'est-à-dire dans le sens négatif vers positif (pointe en arrière) sans qu'il soit possible, en augmentant la tension jusqu'aux valeurs maxima permises à la fois par les machines et les flashes entre électrodes, etc., soit d'immobiliser le système, soit d'inverser à nouveau son sens de rotation.

Nous avons tracé des courbes $N = f(U)$ de ces phénomènes en augmentant la tension jusqu'aux valeurs permises par les gardes de flash du dispositif essayé, puis en mesurant les vitesses en diminuant les tensions.

En haute tension positive, nous avons sensiblement dans la majorité des cas, retrouvé la même valeur de tension pour laquelle le système s'immobilise à l'aller (c'est-à-dire en U croissant) comme au retour (c'est-à-dire en U décroissant). Par contre, en haute tension négative, la courbe présente ou ne présente pas, selon certains cas, de point d'inflexion à tangente négative.

Par ailleurs, il nous est arrivé de ne pas retrouver la même courbe à l'aller et au retour, mais nous avons constaté que cela se produit essentiellement à la suite d'un flash important dont il nous a semblé que l'effet immédiat était d'opérer un transfert de charges sur l'enveloppe de plexiglas.

Les courbes 1 à 6 jointes à cette annexe montrent quelques exemples des cas rencontrés.

Tout semble se passer comme si nous avions là encore une somme de deux effets $\vec{E}$ et $\vec{P}$; dans le cas où un disque est porté à une haute tension

.../

négative, l'autre disque étant à la masse, nous aurions $\vec{E} + \vec{P}$; dans le cas où le disque est porté à une haute tension positive, nous aurions $\vec{E} - \vec{P}$.

L'allure générale des courbes fait penser à une somme de deux fonctions dont la courbe résultante se rapproche d'un polynôme du 3ème degré en U.

Lorsqu'on trace les courbes somme et différence des courbes N = f(U) pour deux essais, l'un avec HT positive, l'autre avec HT négative, on voit que la demi-somme, que nous identifions à $\vec{E}$, est une courbe croissante jusqu'à la zône où commence une importante ionisation, tandis que la demi-différence, que nous identifions à $\vec{P}$, est une courbe commençant tangente à l'axe des U et croissant rapidement.

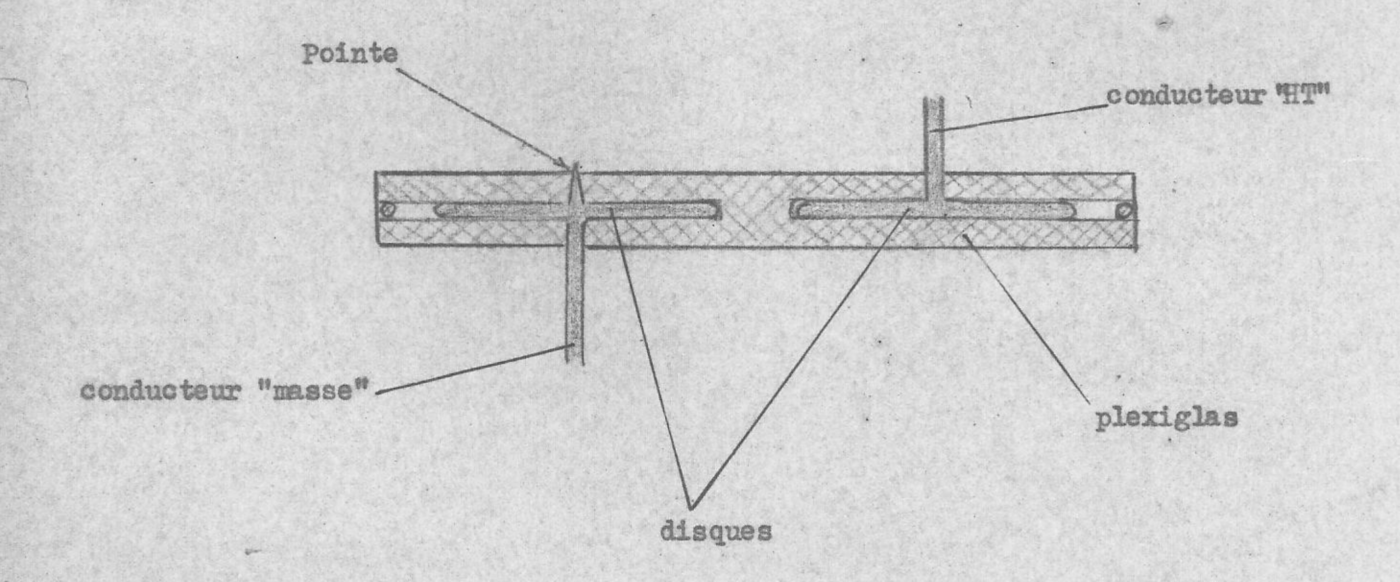
Notons enfin que, pour voir l'influence d'un accroissement notable du champ entre électrodes, nous avons, tout en conservant le même principe général de l'enveloppe fermée en plexiglas, remplacé les disques par des tiges se terminant en pointes acérées (voir schéma), mais comportant toujours une pointe verticale sur l'électrode mise à la masse.

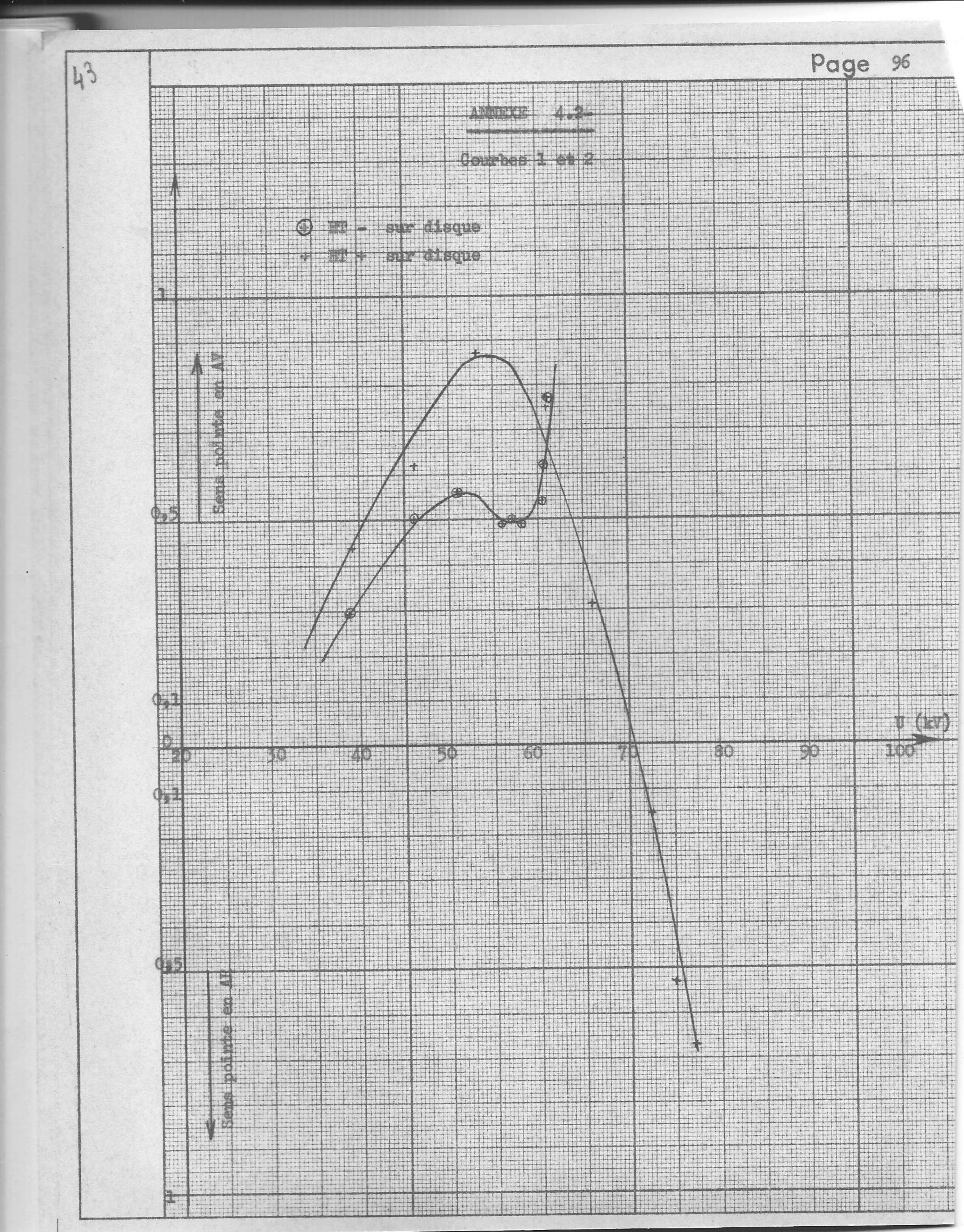
Ce changement ne nous a rien apporté d'instructif, si ce n'est un bel exemple d'inversion de sens de rotation en HT négative, que nous attribuons à une migration des charges sur le plexiglas, l'inversion ayant lieu brutalement sur flash à 130 kV.

Il semble du reste que, si nous avions été en mesure de poursuivre l'essai à des tensions plus élevées, nous aurions retrouvé le sens de rotation primitif avec cette tension, c'est-à-dire du négatif vers le positif (voir courbes n° 7 et 8).

Signalons que cette inversion de sens en négatif ne s'est produite en fait que très rarement, trois ou quatre fois sur une bonne trentaine d'essais.

ANNEXE 4.2-




ANNEXE 4.2-
Courbes 1 et 2
⊕ HT - sur disque
+ HT + sur disque
Sens pointe en AV
Sens pointe en AR
1
0,5
0,1
0
0,1
0,5
1
20
30
40
50
60
70
80
90
100
U (kV)

44

ANNEXE 4 .2-

Courbes 3 et 4

ANNEXE 4.2-

Courbes 5 et 6

⊕ HT – sur disque

\+ HT + sur disque

N (t/sec)

1

0,5

0,5

Sens pointe en AV

Sens pointe en AR

Effet P

Effet E

U (kV)

20 30 40 50 60 70 80 90 100

46

ANNEXE 4.2-

Courbes 7 et 8 - N = f (U)

ANNEXE 4.3-

Système de deux disques enfermés dans du plexiglas (Essai sous vide).

Les deux disques, de diamètre 45 mm. et d'épaisseur 5 mm., étaient disposés dans un même plan et noyés dans du plexiglas débordant largement les disques (voir schéma).

L'un des disques était porté à une haute tension positive ou négative, l'autre étant, du moins dans les premières expériences, mis à la masse. On constate que le système tourne toujours le + en avant, quelle que soit la polarité employée ; le système commence à entrer en rotation vers 80 kV, et, en forçant la tension, l'on peut parvenir à des rotations de l'ordre de 1 tour/seconde.

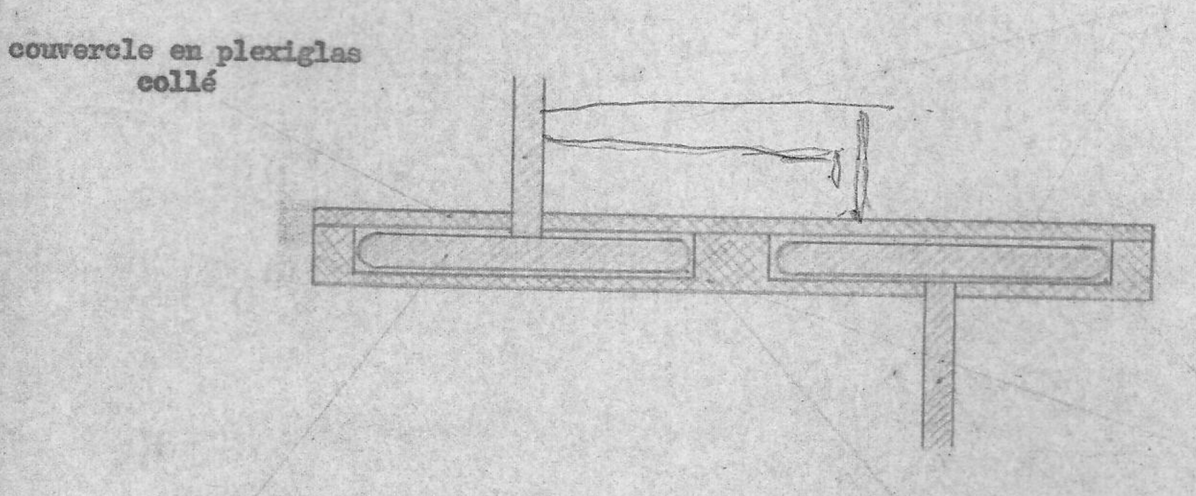
Lorsque nous avons disposé d'un passage haute tension à la partie inférieure, les essais ont été réalisés en bipolaire, à tensions égales en + et en -, et en tensions dissymétriques.

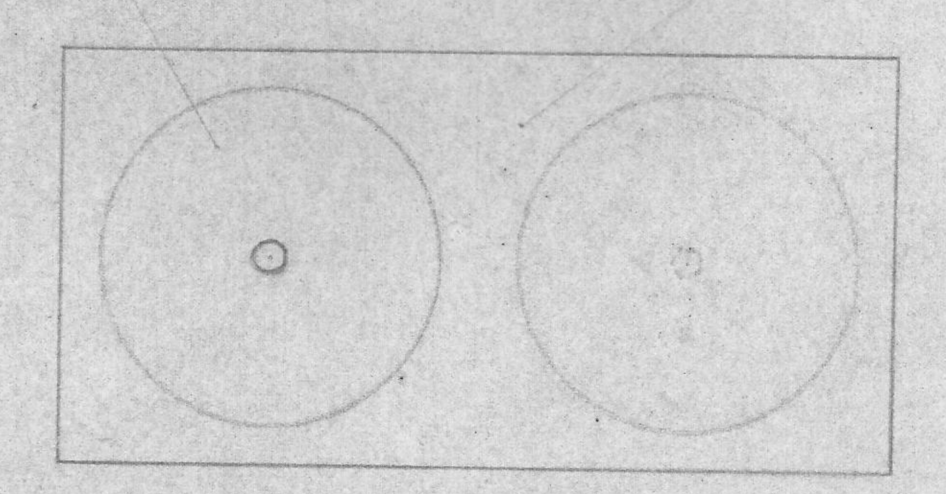
Autant qu'on puisse le dire, vu l'influence toujours aussi perturbante de la cloche, il semble que seule joue la somme des tensions appliquées.

Remarquons également que le système est d'une "efficacité" voisine de celle des condensateurs décrits dans l'annexe 3.5- ; or les systèmes sont très différents et, en particulier, la capacité au sens électrique est ici très inférieure ; par contre, le champ entre les électrodes est plus grand, vu la courbure des bords du disque.

47

ANNEXE 4.3-


conducteurs
couvercle en plexiglas collé
logement fraisé pour les disques
disques métalliques
plexiglas



ANNEXE 4.5-

Le dispositif tournant qui supporte les systèmes en essai consiste en un axe vertical tournant librement sur des roulements à billes, et qui porte à ses extrémités inférieure et supérieure des tores isolés pouvant recevoir les alimentations haute tension positive ou négative (voir schéma d'ensemble).

Les systèmes en essai consistent en deux plaques allongées (voir schéma de détail) entièrement noyés dans du plexiglas, de façon que le champ électrique soit réduit au minimum sur les surfaces extérieures du plexiglas.

Les arrivées de tension sur les plaques s'effectuent à travers des isolateurs de plexiglas collés sur les plaques supérieure et inférieure, ceci dans le but d'augmenter le trajet dans l'air que doit parcourir l'étincelle disruptive (on peut parvenir avec ce dispositif à une différence de 180 kV).

On retrouve encore dans ces essais les effets de la somme $\vec{E} \pm \vec{P}$: il arrive, lorsque l'air humide ne permet pas aux charges de rester sur le plexiglas, que le sens de rotation soit le même malgré l'inversion des polarités, et que la seule différence de comportement soit une différence importante de vitesse.

Par contre, le plus souvent, lorsque l'on inverse les polarités et que l'air ambiant est assez sec, on constate, pour une inversion des polarités, un changement du sens de rotation tel que le système tourne dans les deux cas le + en avant.

Il nous est arrivé, dans des circonstances favorables (temps particulièrement sec) de déséquilibrer les tensions (passage de + 80 kV et - 80 kV à + 50 kV et - 110 kV et réciproquement) et de constater une vitesse de rotation inchangée.

.../

Le dispositif en rotation a un seuil de frottement important ; le mouvement ne s'amorce que pour des valeurs de l'ordre de + 75 kV et - 75 kV, ce qui ne permet pas de tracer des courbes satisfaisantes.

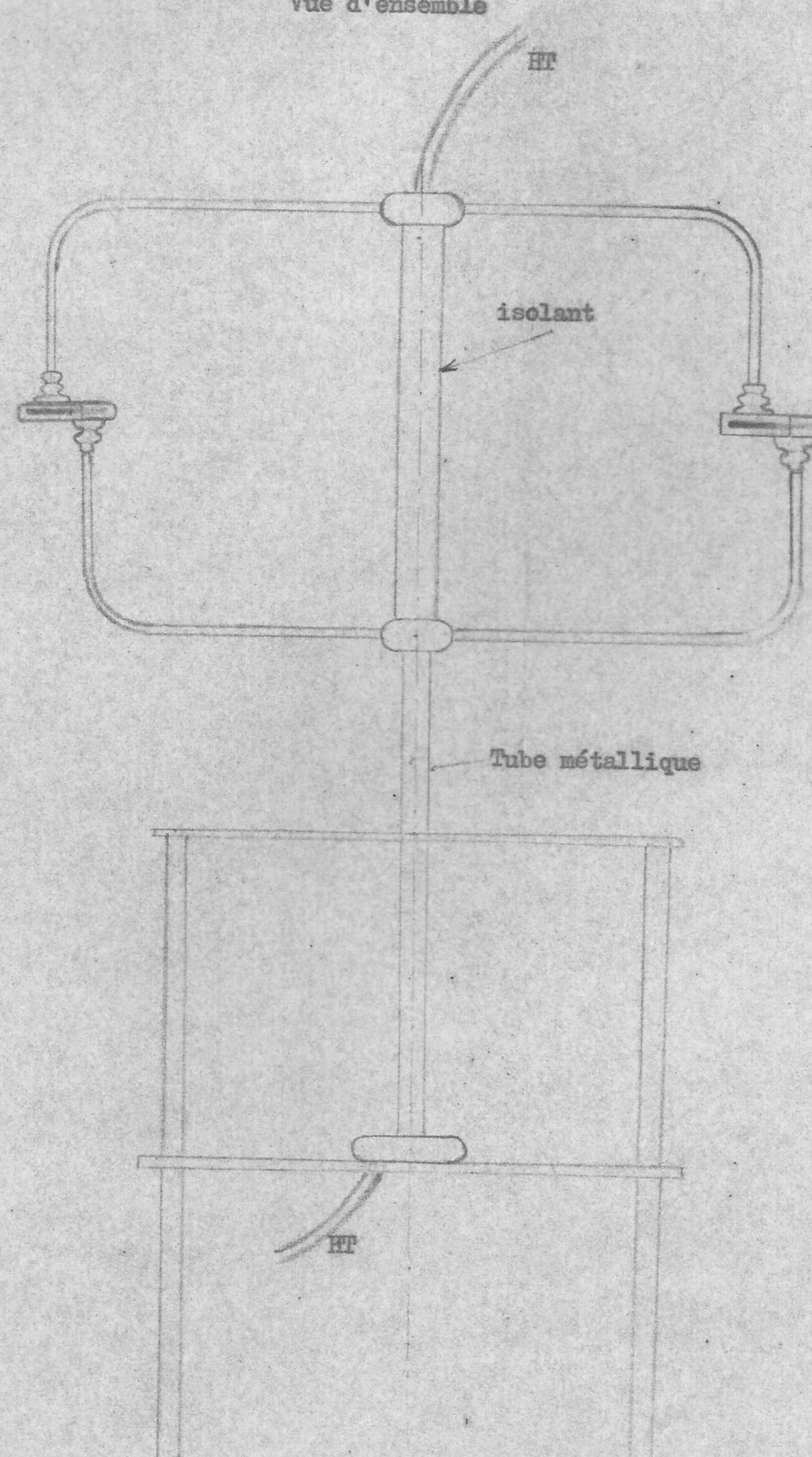
Nous avons fait d'autres essais avec le même système, mais cette fois en reliant mécaniquement aux bras d'amenée de courant des parallélépipèdes de titanate de barium (TB 6000 de CSF). Il se trouve que, dans la grande majorité des cas, le titanate a pour effet de faire s'amorcer le phénomène à des tensions un peu moins élevées. Par ailleurs, nous avons constaté que certains jours, par suite de l'humidité relative de l'air, le phénomène ne se produisait pas avec le dispositif normal ; il suffisait alors d'ajouter les blocs de titanate pour obtenir un mouvement polarisé.

Il nous semble que le phénomène est sensible à la faculté qu'a le titanate de retenir les charges.

48

ANNEXE 4.5-

Vue d'ensemble



ANNEXE 4.5-

Détail des systèmes en essai

HT ±

plexi

dural

plexi

plexi

HT ∓

plexi

dural

ANNEXE 5

La présente annexe rend compte des expériences réalisées au cours de la cinquième période (de Décembre 1956 à la date du présent rapport).

Ces expériences ont été imaginées par Messieurs BESSON et JOUGUET.

Le dispositif essayé sous vide et en bipolaire (voir schéma1) présente deux caractéristiques essentielles par rapport aux dispositifs précédents :

- simplicité maximum du circuit électrique ;
- champ extérieur aussi faible que possible.

Il est constitué par un condensateur plan formé de deux disques aux bords arrondis, les amenées de courant à ces deux disques étant sensiblement sur le diamètre vertical de la sphère ; ce condensateur est enrobé dans une sphère en matière isolante coulée en prenant des précautions pour éviter la formation de bulles à l'intérieur.

De cette sphère protubèrent les deux conducteurs soudés aux armatures du condensateur ; ces conducteurs sont eux aussi enrobés de matière isolante ; ils se raccordent aux "bras" (enrobés de même) issus des tores HT par un pas à droite pour l'un des conducteurs, un pas à gauche pour l'autre. Ceci nous permet d'orienter la sphère autour d'un axe vertical et de disposer les faces des disques soit perpendiculairement soit tangentiellement à la trajectoire de l'ensemble.

Le plan médian du diélectrique passant par l'axe de rotation, nous avons observé, à 5.10^{-5} mm Hg, des rotations de deux de ces sphères

.../

(vitesse maximum relevée : de l'ordre de 3 secondes par tour), suspendues au petit manège tournant utilisé pour les expériences précédentes. Ces rotations sont, comme toujours, freinées par les charges déposées sur la cloche.

Par temps très sec, et avec une cloche bien propre, nous avons réussi à obtenir une rotation très lente d'une seule de ces sphères avec un contrepoids (voir schéma 2).

Dans le but de réduire le champ à la surface de la sphère, nous avons utilisé comme matière isolante de moulage non plus de l'araldite (ε = 5 à 7) mais du polystyrène (ε = 2,4).

Nous avons observé cette fois que l'action de freinage de la cloche est bien moindre dans ce cas, et cela nous a permis d'obtenir de bonnes rotations du système avec un contrepoids.

Ces essais, avec sphère en araldite ou sphère en polystyrène, ont été faits successivement en monopolaire et en bipolaire.

Dans tous les cas, nous avons observé un mouvement dont le sens dépend de la distribution des polarités, et est toujours dirigé du négatif vers le positif.

Une certaine dissymétrie étant introduite par la forme des conducteurs soudés aux armatures (voir schéma 1), nous avons vérifié, en permutant les orientations de ces conducteurs, que leur position par rapport au reste du dispositif n'affectait en rien le phénomène.

Le mouvement s'amorce quelle que soit la position à l'arrêt du système par rapport aux points cardinaux.

D'autre part, en faisant pivoter la sphère sur elle-même de façon à ce que les faces des disques soient non plus perpendiculaires, mais tangentes

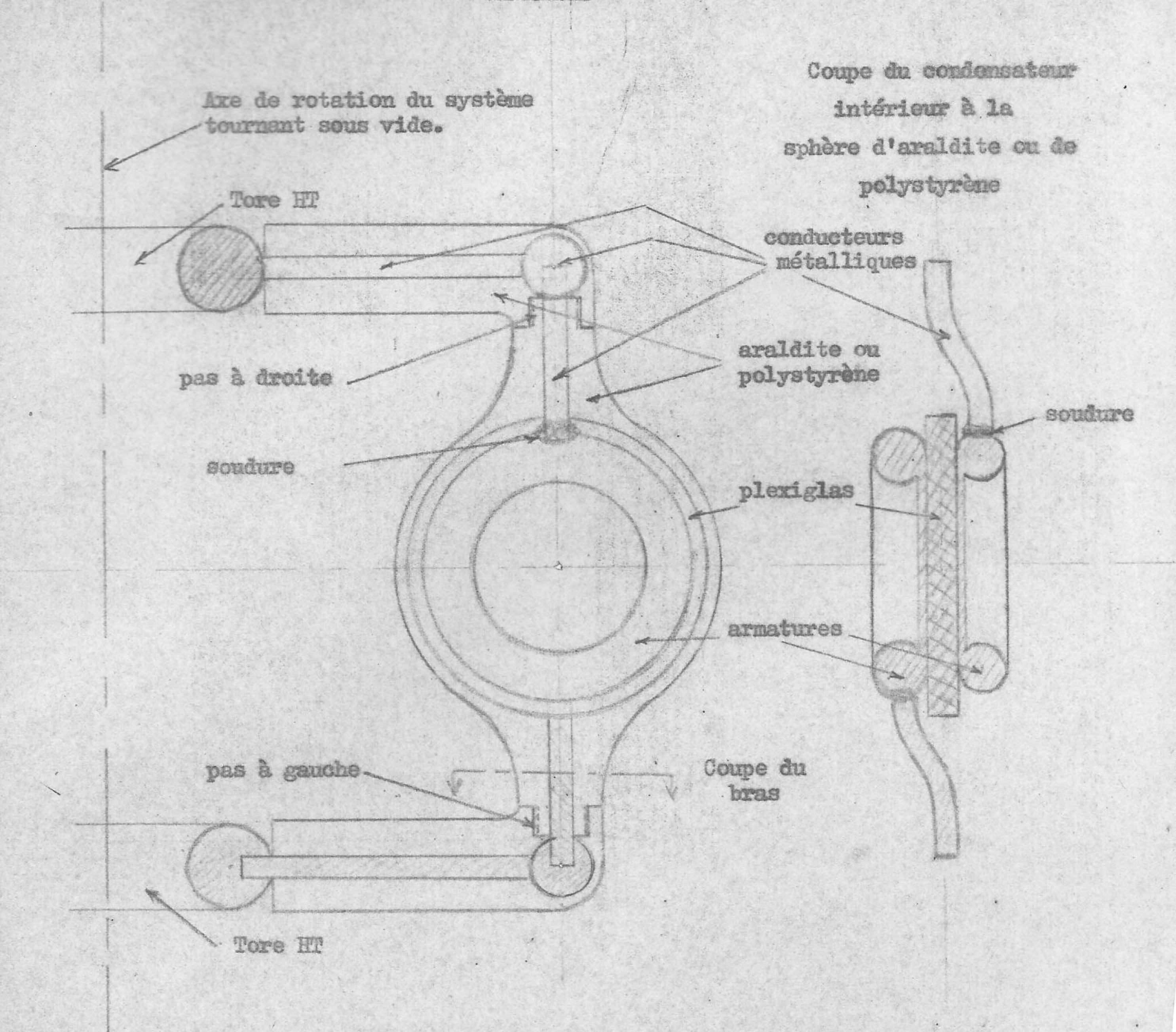
.../

à la trajectoire de l'ensemble, on arrête tout mouvement, quelles que soient la valeur de la tension et la distribution des polarités (Fig. 3 et 4).

Malheureusement, tous ces dispositifs étant très lourds, le seuil de frottement du système tournant est d'autant plus élevé. Pour cette raison, le phénomène n'a pu être mis en évidence que pour des tensions très élevées (de l'ordre de + 65 et - 65 kV) ; pour des tensions légèrement supérieures, une décharge disruptive se produit soit à l'intérieur du condensateur, soit à l'extérieur (trajet le long de la colonnette de plexiglas servant d'isolateur entre les deux tores HT). De ce fait, nous n'avons pas pu tracer de courbes des efforts obtenus.

50

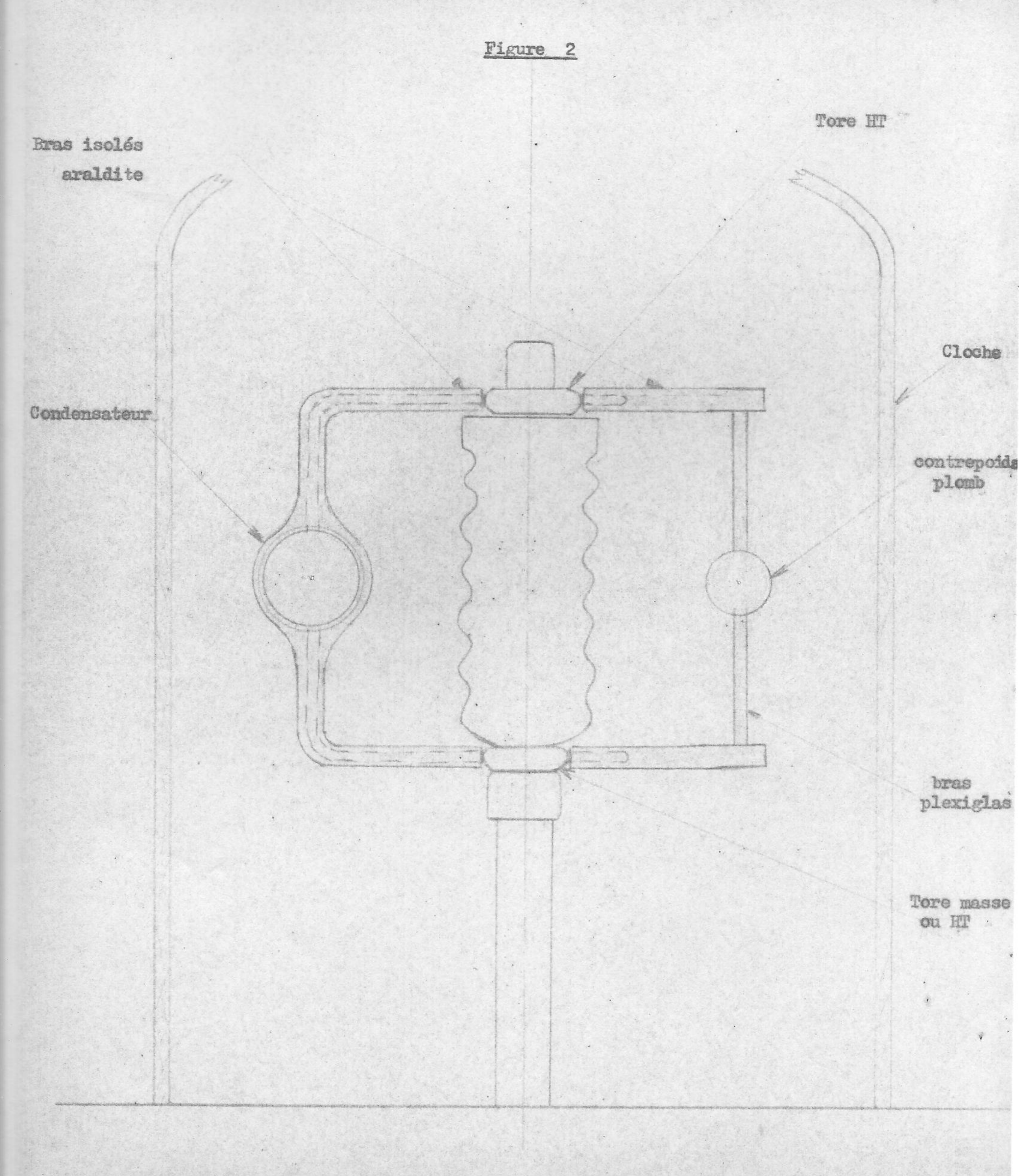
Figure 1



Echelle 1/1

51

Figure 2



Bras isolés
araldite
Tore HT
Cloche
Condensateur
contrepoids
plomb
bras
plexiglas
Tore masse
ou HT

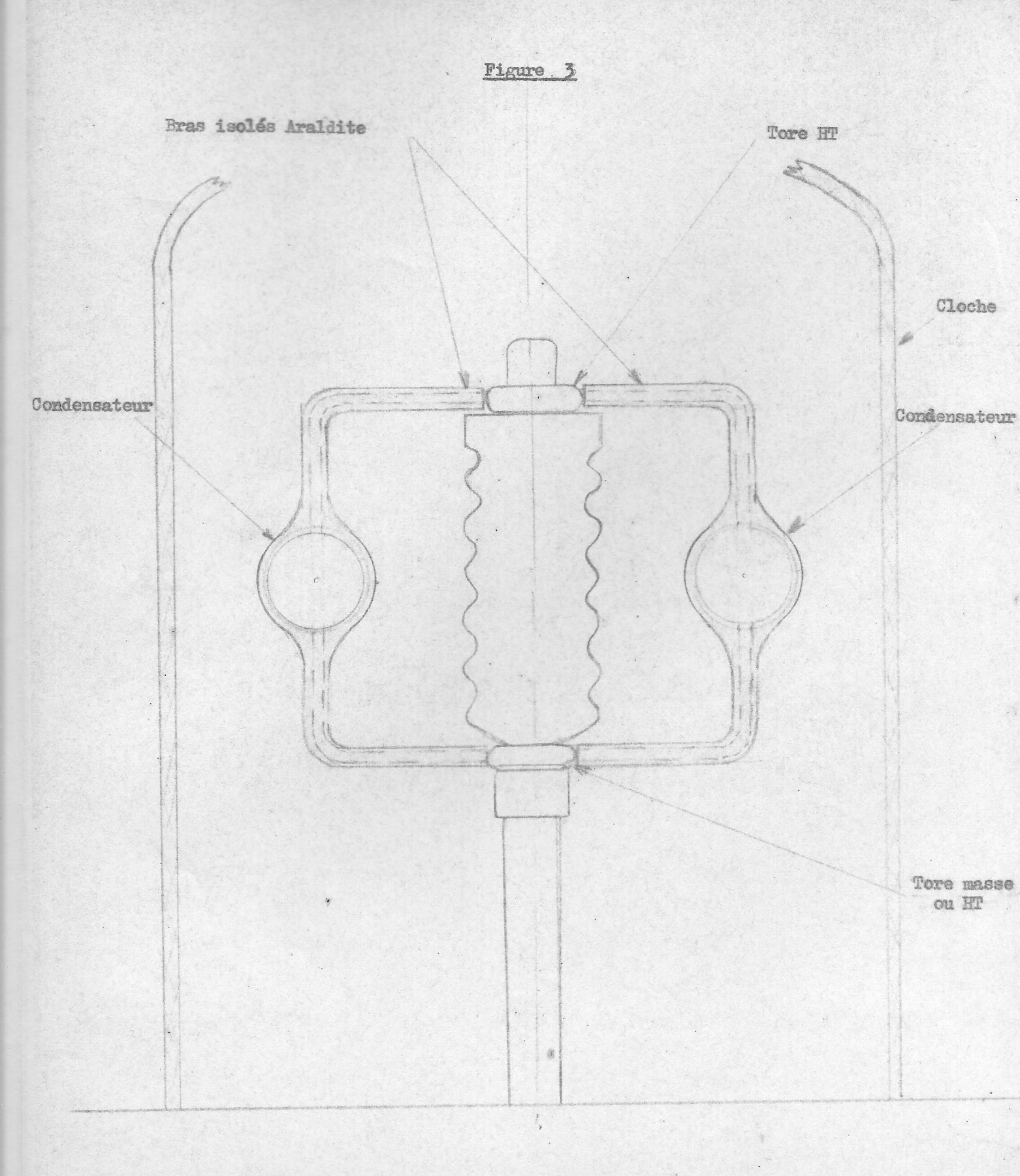
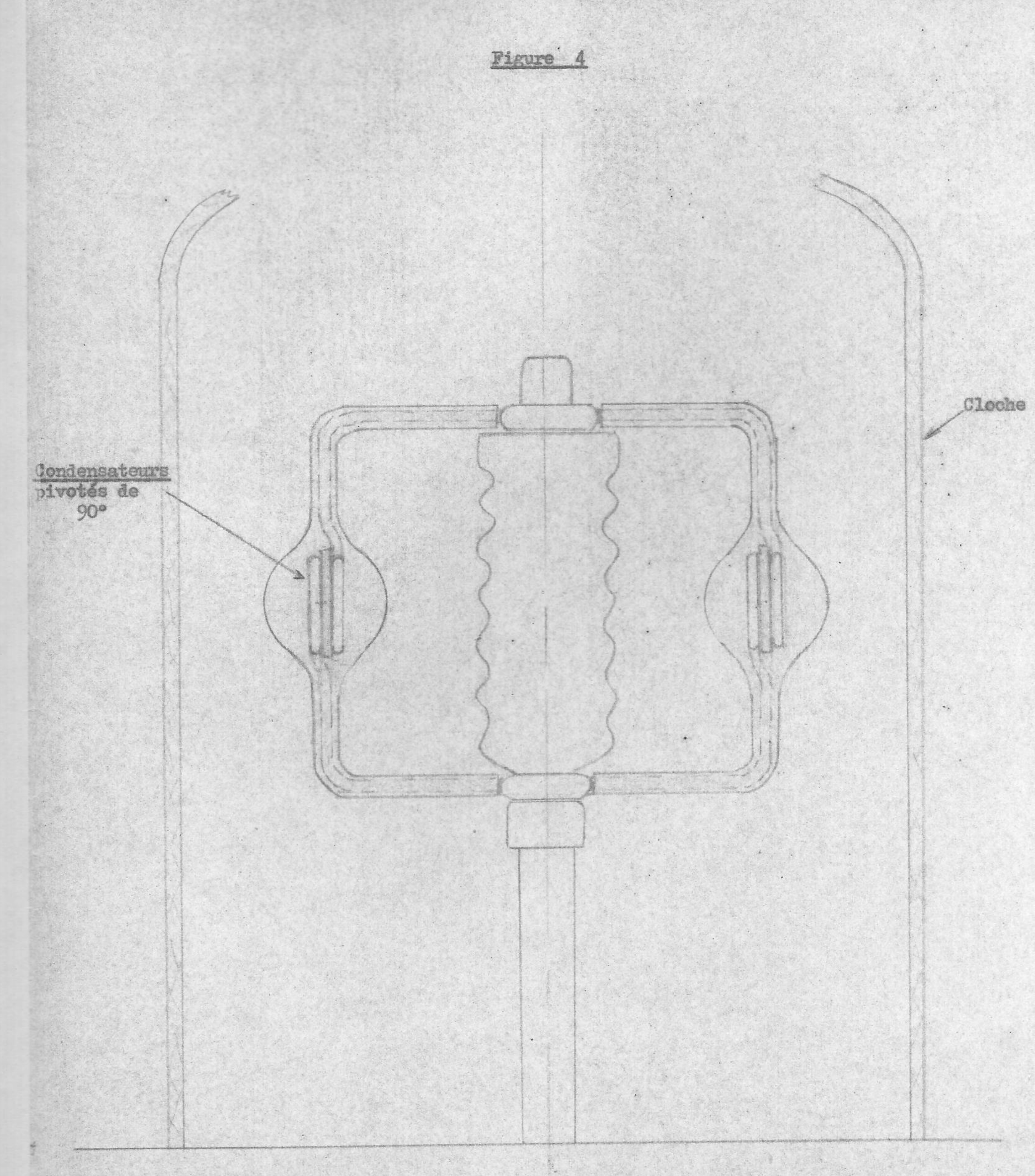

Figure 3
Bras isolés Araldite
Tore HT
Cloche
Condensateur
Condensateur
Tore masse
ou HT

Figure 4



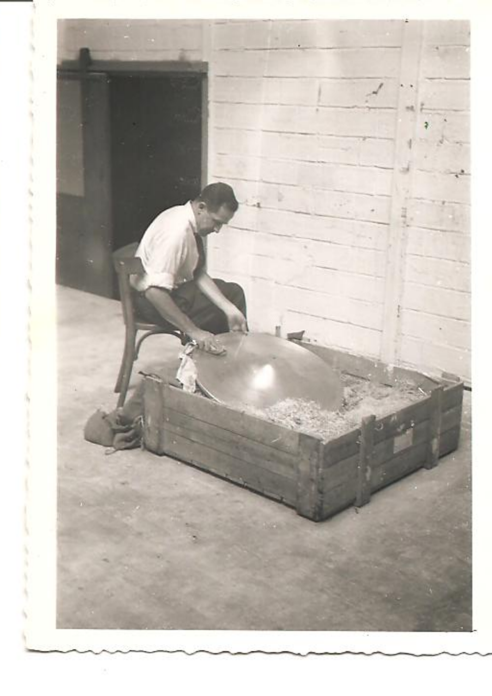




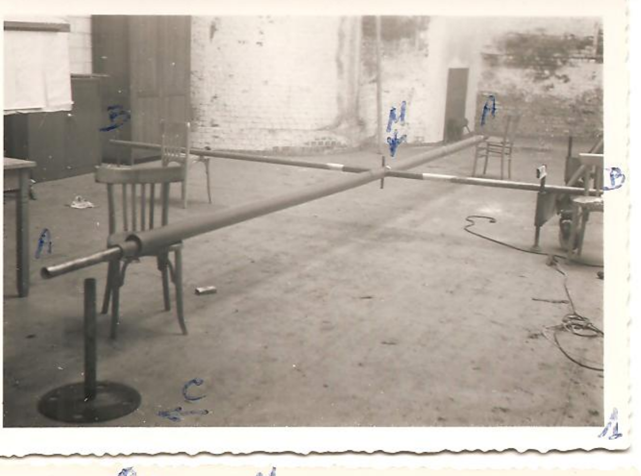


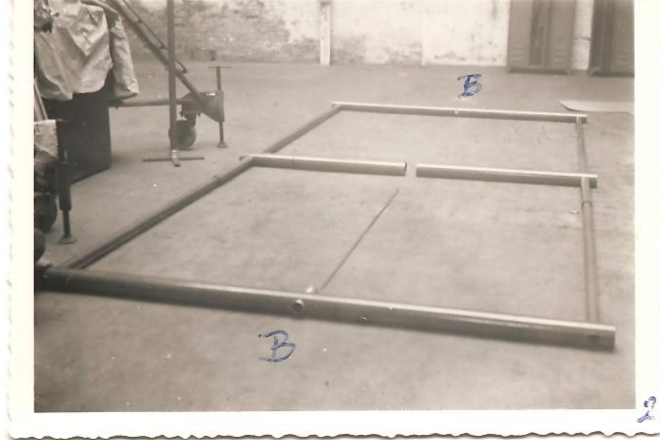


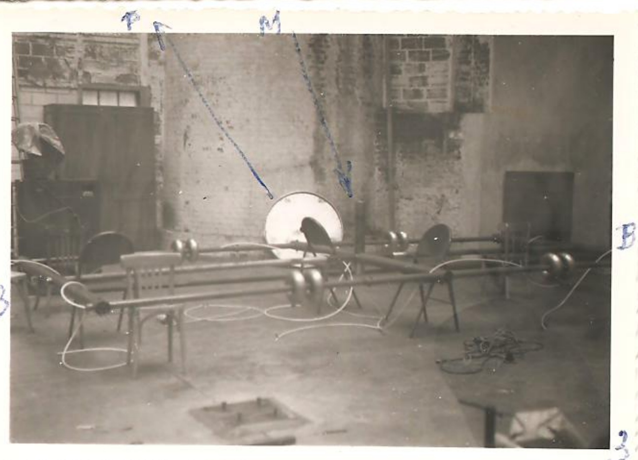






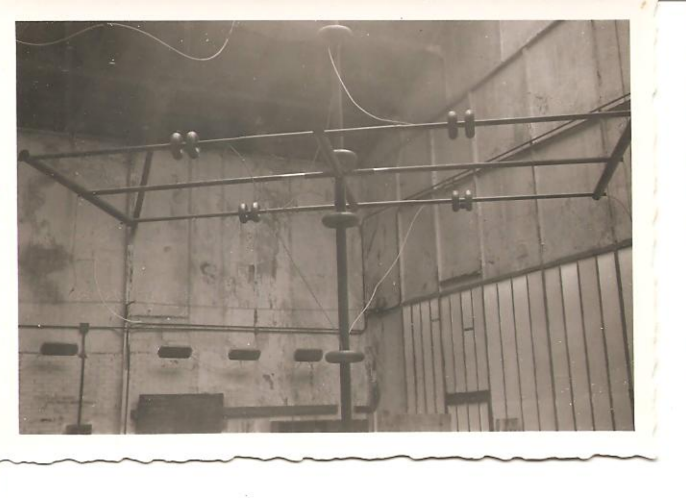

B
M
A
B
A
C
1


B
B
2

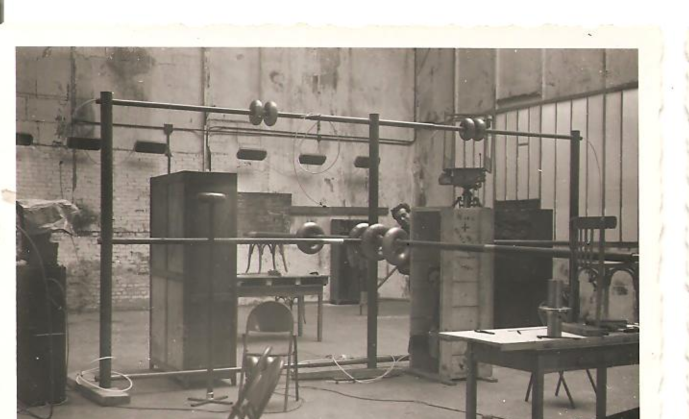

F
M
B
B
3


4

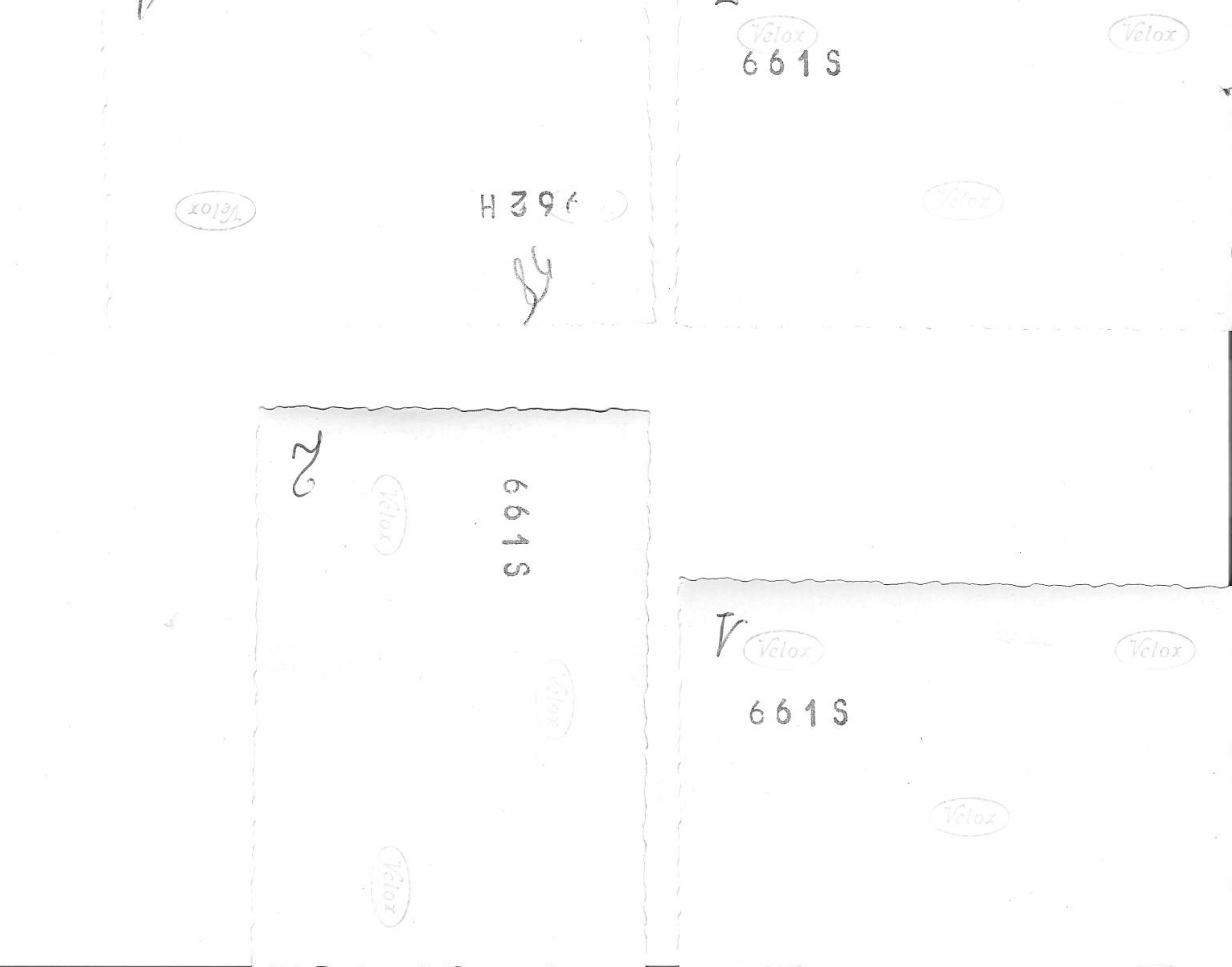

H
F
G
E
D
C










Velox
661S
Velox
661S















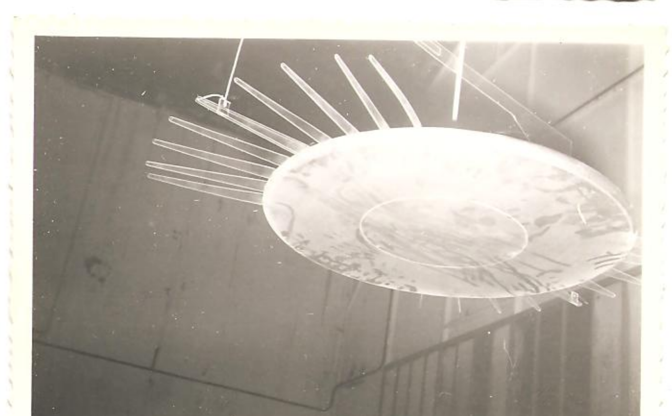


















Projet M O N T G O L F I E R

Rapport final

Marché CASDN n° 9/58 du 5.7.58

COURBEVOIE, le 15 Avril 1959

I - OBJET

Etude d'un phénomène de nature électrique non définie.

La phase d'essais, dont les résultats sont consignés dans le présent rapport, avait pour but de quantifier les observations relatées dans le rapport MONTGOLFIER du 1.7.57 -

Les essais dont il est question ont tous été faits sous enceinte à vide, dont la description est donnée ci-après.

A - DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE d'ESSAI SOUS VIDE

I - ENSEMBLE PLATINE-CUVE

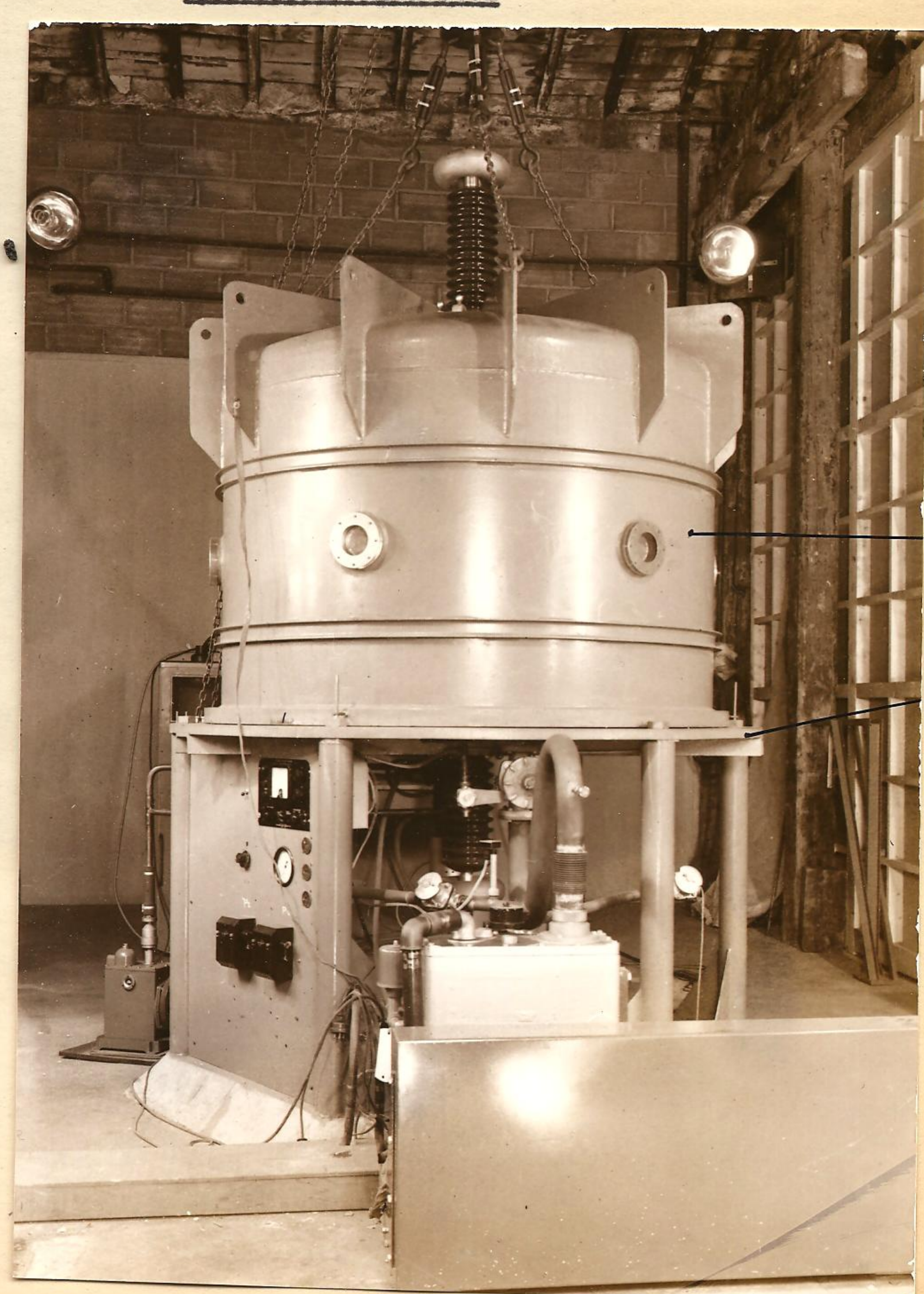


Photo n° 1

I.1 - Caractéristiques de la platine

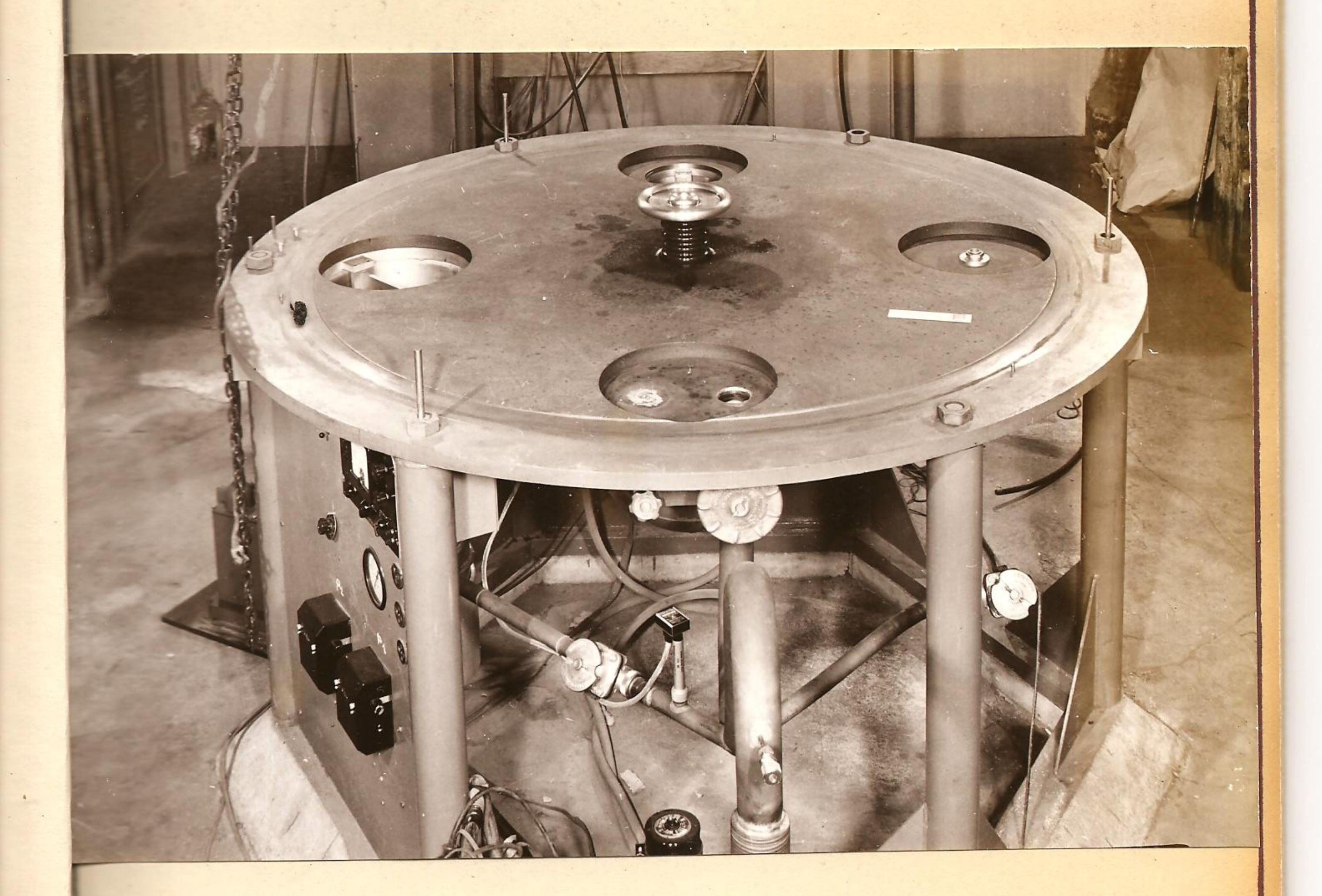


Photo n° 2

- Diamètre 1800 mm.
- Epaisseur 30 mm.

Cette platine comprend, en partant du centre (photo n° 2) :

- 1 trou au centre de ∅ 100 mm., qui assure le passage de la traversée inférieure de tension.

- 4 trous de ∅ 303 mm., répartis sur une circonférence de ∅ 1160 mm., prévus pour recevoir indifféremment le Baffle d'une pompe "EDWARDS" type 903.B -

- 6 trous de ∅ 36 mm., répartis sur une circonférence de ∅ 1700 mm., qui permettent la fixation de la platine sur un support en tube prévu pour soutenir l'ensemble platine-cuve.

- 3 pions de guidage placés au centre de 3 pieds de fixation, qui facilitent le centrage lors de la descente de la cuve ; ce centrage est assuré par 3 autres pions coniques que l'on aperçoit, répartis à 120° sur la surface rectifiée de la platine.

- Sur le côté gauche (photo n° 2) 2 pions de centrage et 2 boulons de fixation, qui sont prévus pour centrer et fixer une potence que l'on met en place en l'absence de la cuve, et qui permet de préparer les montages d'essai.

.../

I.2 - Caractéristiques de la cuve

Cuve en appui sur la platine

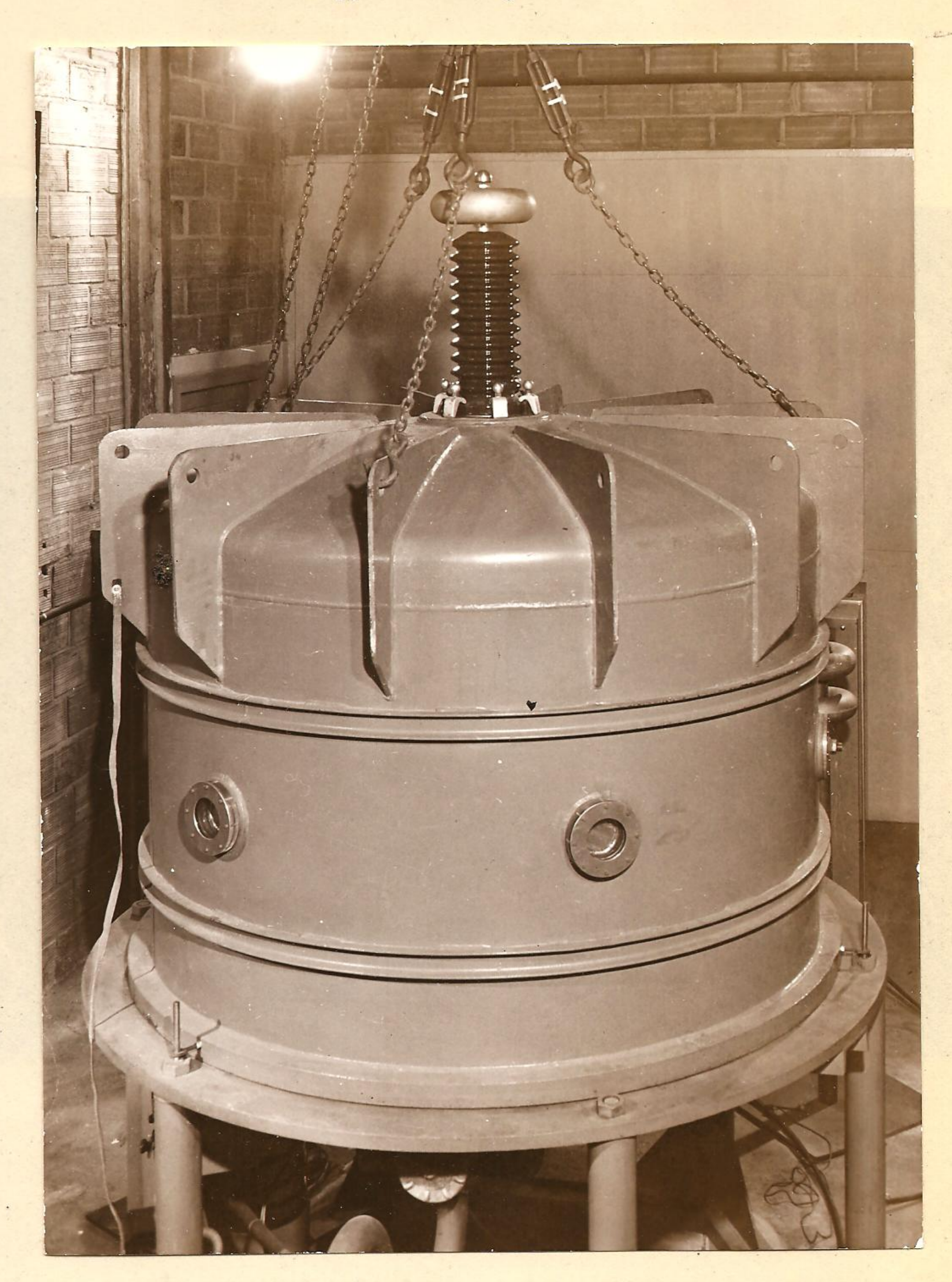


Photo n° 3

On voit, dans le haut et au centre, la traversée supérieure de haute tension avec son tore d'arrivée de courant.

.../

Vue intérieure de la cuve

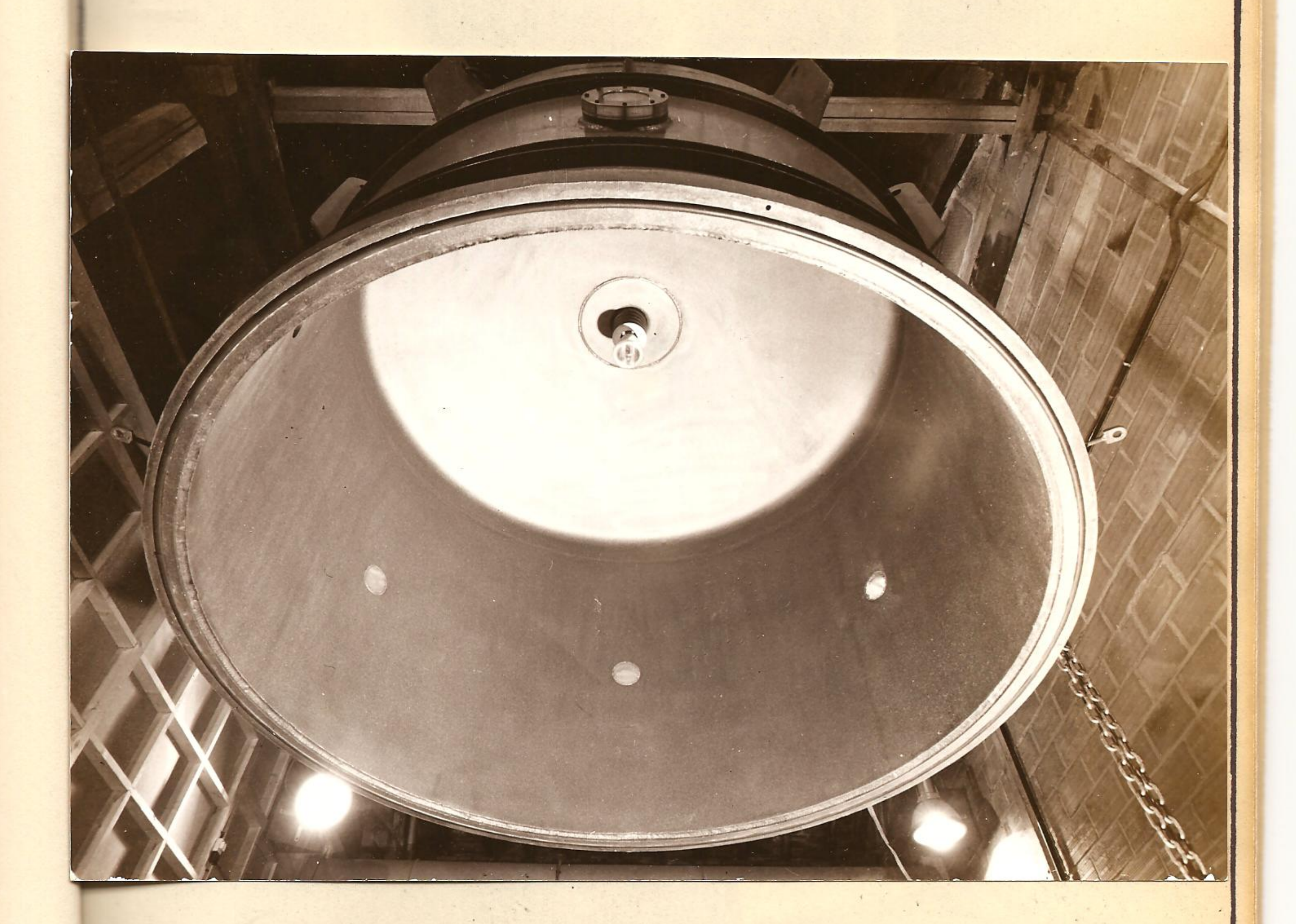


Photo n° 4

- la cuve est cylindrique sur une hauteur de 1010 mm.
- Diamètre intérieur : 1476 mm.
- Epaisseur de la tôle constituant la partie cylindrique et le fond rapporté : 12 mm.

.../

Cuve en position haute, reposant sur 3 chandelles.
Au premier plan, la pompe primaire.

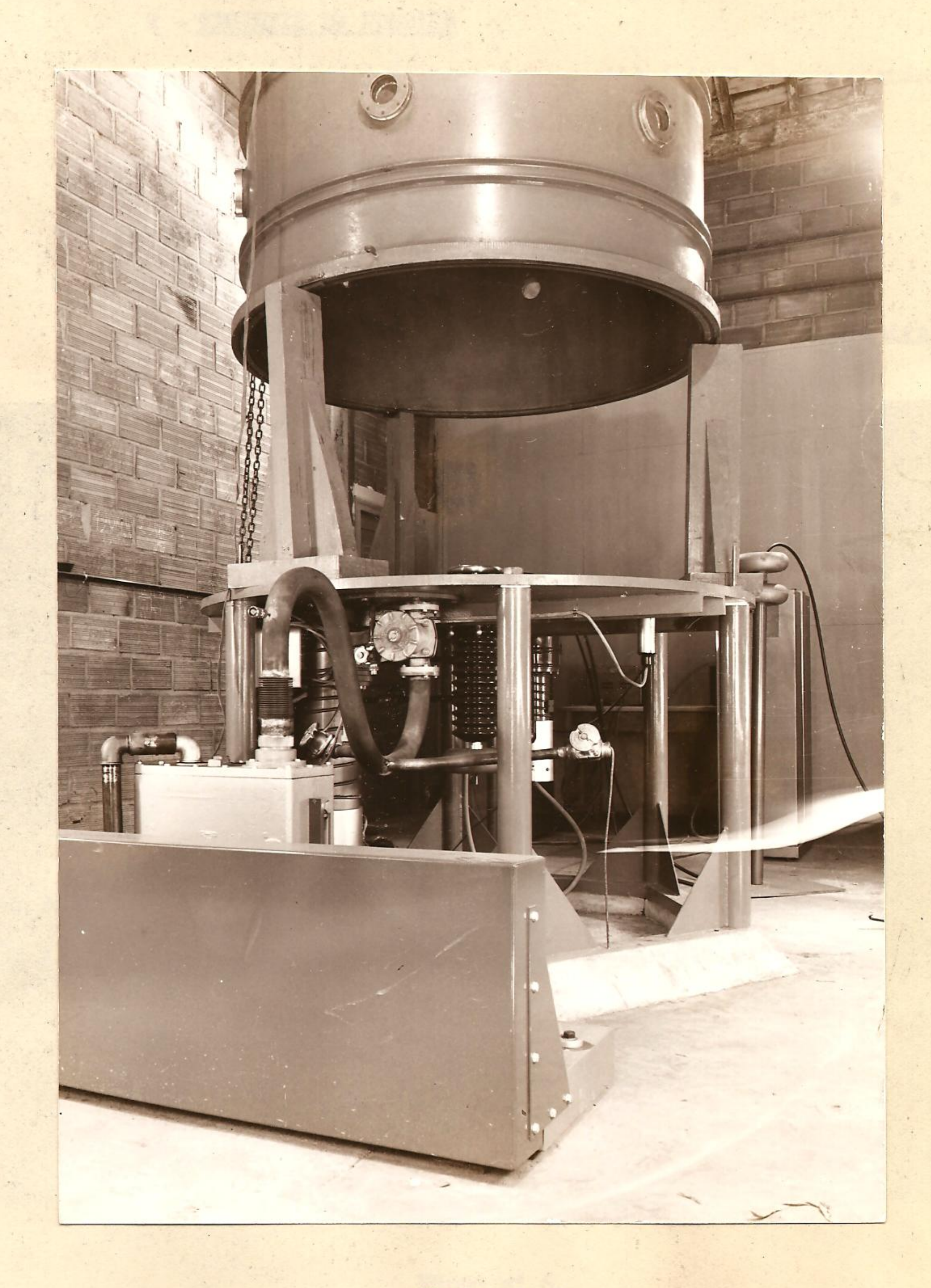


Photo n° 5

2 - ENSEMBLE DE POMPAGE

L'ensemble de pompage est constitué de 2 pompes montées en série, et d'un système d'appréciation de vide.

Vide obtenu après 2 heures de pompage dans la cuve : 5.10^{-5} mm. de mercure.

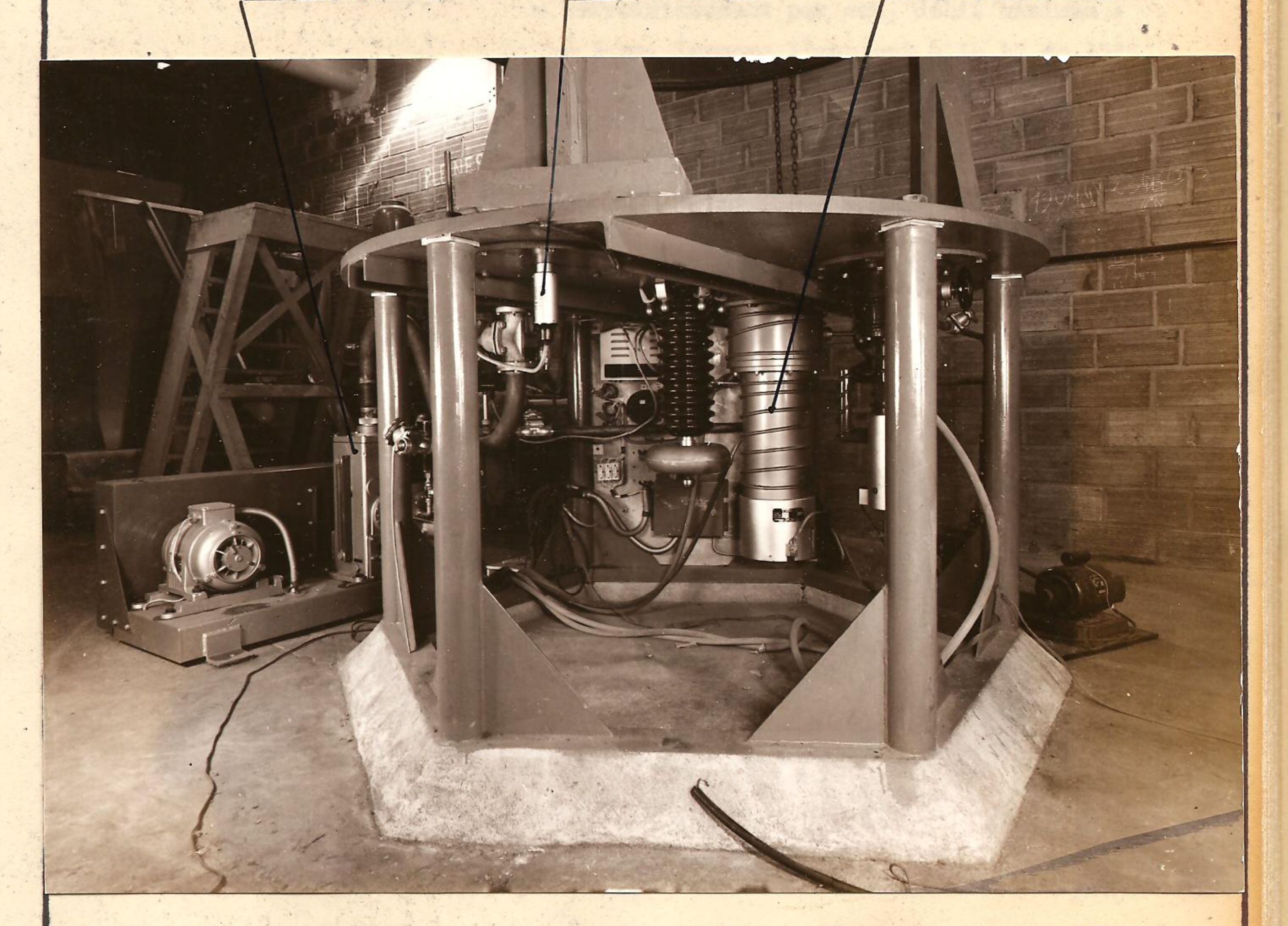


Photo n° 6

On voit au centre, à gauche de la pompe secondaire, la traversée inférieure de haute tension avec son tore d'arrivée de courant.

.../

2.1 - Caractéristiques des pompes

2.1.1- Pompe primaire Edwards, réf. Speedivac 1 SC.1500 -

C'est une pompe rotative à piston; elle permet d'obtenir un vide primaire moyen de 0,1 mm. de Hg après 20 minutes de pompage dans la cuve.

- Débit : 1300 l/mn. à la vitesse de 360 t/mn.
- Contenance du réservoir d'huile : 6 litres
  référence de l'huile : Speedivac n N017
- Refroidissement par eau, débit minimum :

½ l/mn.	lorsque	l'eau est	à la	t° de	15°C
1	"	"	"	"	23°C
2	"	"	"	"	26°C

- La pompe est entraînée par un moteur de 3 CV 1430 t/mn. - 220 V (triphasé étoile).

2.1.2- Pompe secondaire Edwards, réf. Speedivac type 903.B avec baffle-valve 12L8

C'est une pompe à diffusion, qui fonctionne avec de l'huile silicone référence 702 ; elle permet d'obtenir un vide secondaire maximum de 5.10^{-5} mm. Hg après 2 heures de pompage dans la cuve.

- Débit : 900 l/sec.
- Pression d'amorçage : 0,5 mm. Hg
- Chauffage : 20 à 25 minutes.
- Résistance de chauffage : 2250 W - 220 V
- Refroidissement par eau, débit minimum :

2 l/mn	lorsque	l'eau est	à la	t° de	10°C
3	"	"	"	"	15°C
6	"	"	"	"	20°C

.../

2.2 - Contrôle du vide

Le système de contrôle de vide est composé de :

a) un manomètre ordinaire, qui contrôle la pression entre 10 et 760 mm. de Hg ; il est relié directement à la cuve.

b) un détecteur de pression primaire Pirani, avec tête de jauge M.6 (Photo n° 7)
Ce détecteur est monté entre les pompes primaire et secondaire, et permet le contrôle de la pression du circuit primaire, entre 0,5 et 0,001 mm. de Hg.
Son principe est le suivant : les variations de pression agissent sur le refroidissement d'une résistance qui est échauffée par le passage d'un courant ; cette résistance agit sur l'équilibre d'un pont de Wheatstone ; les variations de pression sont lues sur le galvanomètre gradué en mm. de Hg qui contrôle le déséquilibre de ce pont.

c) un détecteur de pression secondaire Philips, avec tête de jauge 2MSA (Photo n° 6).
Ce détecteur est relié à la cuve et permet le contrôle de pression dans celle-ci entre 5.10^{-3} et 1.10^{-5} mm. de Hg.
Dans ce détecteur, les variations de pression agissent sur le débit d'un tube à décharge à cathode froide dont le faisceau d'électrons est concentré par un aimant. Les variations de pression sont lues sur le galvanomètre gradué en microns de Hg. qui est placé dans le circuit cathode-anode du tube.

d) un coffret de jauge Philoni Modèle 1.
Il permet la lecture des pressions comprises entre 0,5 et 10^{-5} mm. de Hg.

.../

Les lectures de pression sont faites sur le même cadran, qui comprend 2 échelles :

- une échelle pour la jauge Pirani, graduée de 0,5 à 0,001 mm. de Hg.
- une échelle pour la jauge Philips, graduée de 5.10^{-3} à 10^{-5} mm. de Hg.

Deux commutateurs permettent le passage d'une jauge à l'autre.

On peut utiliser le coffret pour la détection des fuites :

- il faut mettre le commutateur sur les positions LT_1 et LT_2 correspondant aux rhéostats.
- brancher un galvanomètre aux bornes G.
- projeter de l'hydrogène sur les parties où l'on craint d'avoir une fuite.
- les rhéostats $L.T_1$ et $L.T_2$ permettent d'amener le spot du galvanomètre au centre de l'échelle. S'il y a des fuites, on constate un brusque déplacement du spot.

.../

2.3 - Mise en route du groupe de pompage

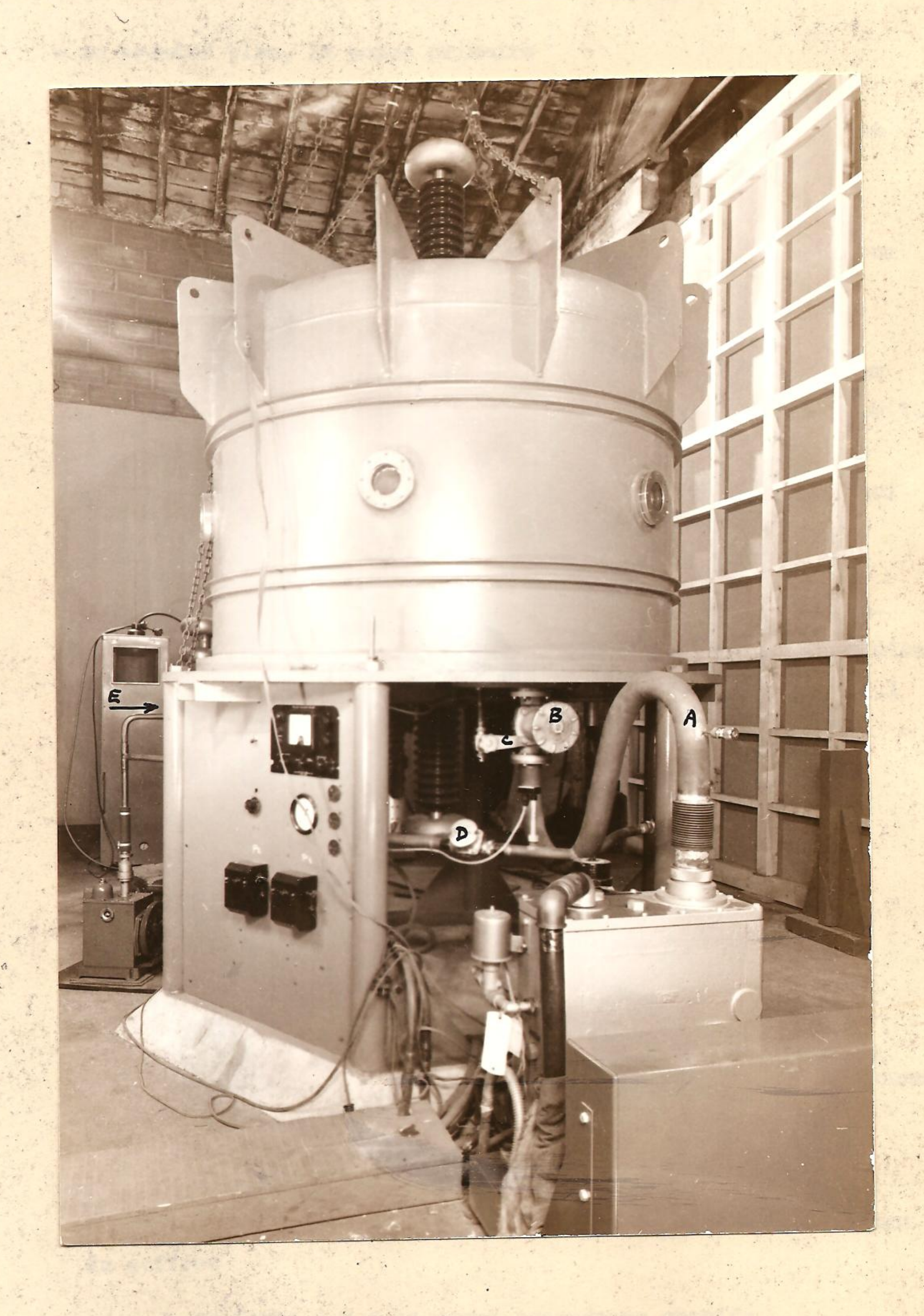


Photo n° 7

.../

On trouve, sur la photo n° 7 :

- au premier plan, la pompe primaire

- sur la tuyauterie principale, une fuite (A) et à l'entrée de la cuve une grosse vanne (B)

- à gauche de B une vanne (C), qui est la fuite principale pour l'entrée d'air dans la cuve.

- sur la dérivation qui va à la pompe secondaire, le détecteur Pirani et à gauche une vanne (D). En continuant sur ce circuit, on trouve également la pompe secondaire, cachée derrière le pupitre, puis la vanne (E) de communication avec la cuve, qui est située dans le baffle.

- le pupitre, qui comprend : le coffret de jauge Philani ; au-dessous, le manomètre décrit en I.2 a) ; à sa gauche, une fuite calibrée et les interrupteurs de mise en route des pompes P.1 (primaire) et P.2 (secondaire).

Pour la mise en route :

- on vérifie les niveaux d'huile
- on ouvre les circuits d'eau, en assurant les débits prévus en I.1.1 et I.1.2 -
- on ferme A, B, C, D, E -
- on ferme P.1 ; la pompe primaire tourne, la jauge Philani donne la pression dans les tuyaux.
- on ouvre D ; le vide se fait dans la pompe secondaire.
- lorsque la pression atteint 0,1 mm. de Hg sur l'échelle Pirani du coffret
  - on ferme P.2 ; la pompe secondaire chauffe
  - on ferme D
  - on coupe la jauge Pirani
  - on ouvre B ; la pompe primaire vide la cuve.

.../

- Après 20 minutes de chauffage de P.2, et lorsque la pression dans la cuve atteint 0,1 mm. de Hg :

  . on ferme B
  . on ouvre D
  . on ouvre E ; les 2 pompes sont en série et vident la cuve.

- On met en service la jauge Philips lorsque la pompe secondaire s'amorce (2 minutes après l'ouverture de E environ) l'aiguille indique une brusque descente de pression.

Après 2 heures de pompage, la pression dans la cuve doit atteindre environ 5.10^{-5} mm. Hg -

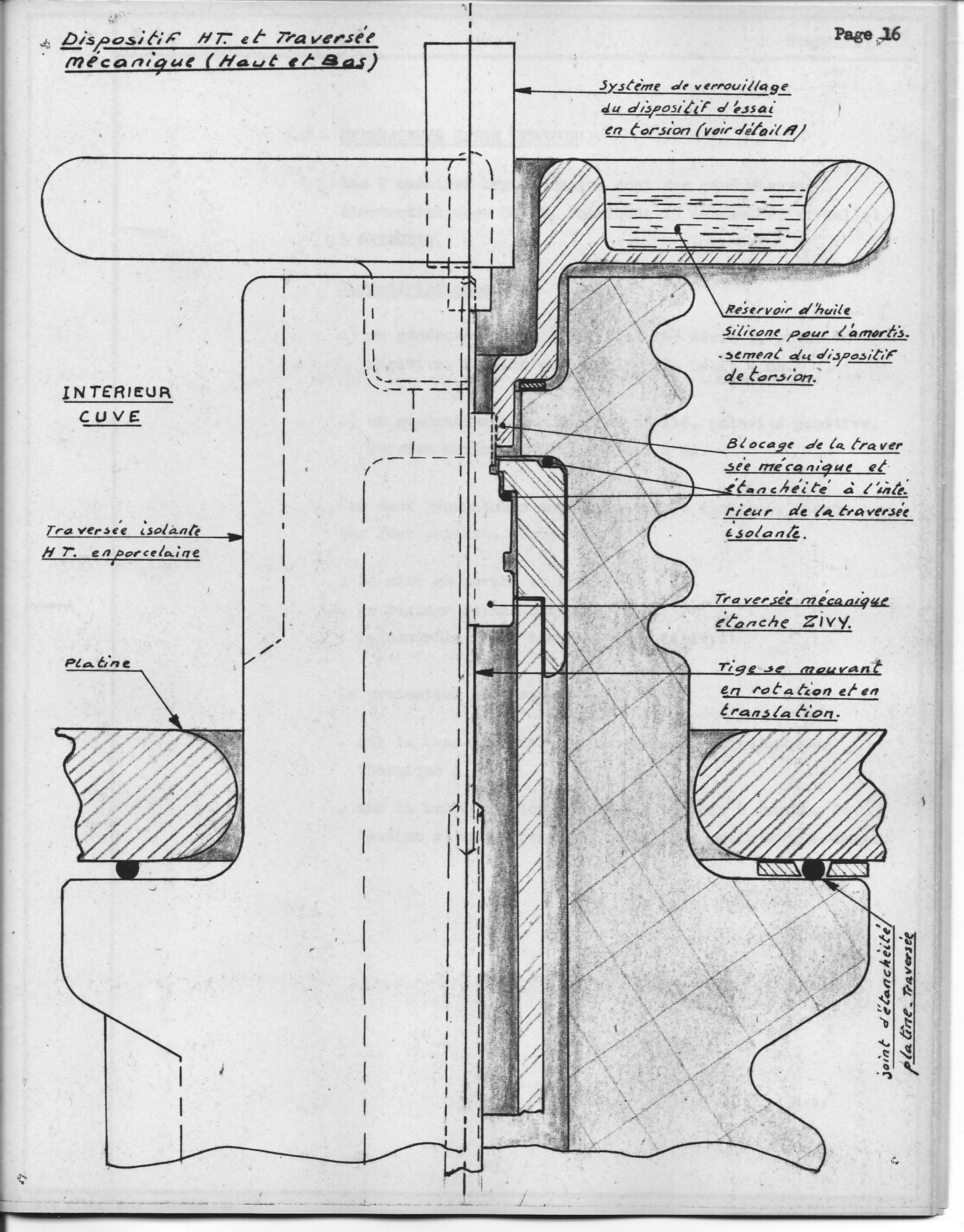
3 - PARTIE HAUTE TENSION

3.1 - PASSAGES HAUTE TENSION

Les 2 passages haute tension ont été fabriqués par la Cie Générale d'Electro-Céramique ; ils ont été prévus pour supporter des tensions de 150 kV.

Ces traversées ont été conçues spécialement pour leur montage sur l'enceinte sous vide. Elles permettent la fixation d'un dispositif étanche qui peut se mouvoir en rotation et en translation, de l'extérieur, au travers de la cuve et de la platine (Voir page 16) - Ce dispositif est utilisé pour le montage d'essai en torsion ; il permet le verrouillage et le déverrouillage du dispositif, de l'extérieur, lorsque la cuve est en appui sur la platine.

.../



Dispositif HT. et Traversée mécanique (Haut et Bas)
Système de verrouillage du dispositif d'essai en torsion (voir détail A)
Réservoir d'huile silicone pour l'amortissement du dispositif de torsion.
INTERIEUR CUVE
Blocage de la traversée mécanique et étanchéité à l'intérieur de la traversée isolante.
Traversée isolante HT. en porcelaine
Traversée mécanique étanche ZIVY.
Platine
Tige se mouvant en rotation et en translation.
joint d'étanchéité platine - Traversée

3.2 - GENERATEURS HAUTE TENSION

Les 2 machines haute tension sont des générateurs électrostatiques SAMES, fabriqués 29 Avenue Félix Viallet à GRENOBLE.

Caractéristiques :

a) un générateur type K.150/2 n° 163 série 4, polarité négative. Tension maximum 150 kV. Débit 2 mA.

b) un générateur type CD.150/2 n° 118, polarité positive. Tension maximum 150 kV - Débit 2 mA.

Ces deux générateurs sont commandés à distance, chacun par leur pupitre, permettant :

- la mise en marche et l'arrêt
- le réglage de la tension
- le contrôle de la tension et du débit.

La protection est assurée :

- sur la basse tension par un contacteur-disjoncteur thermique ;
- sur la haute tension par un disjoncteur à maximum de tension et un disjoncteur réglable à maximum de courant.

.../

4 - DESCRIPTION DU DISPOSITIF INTERIEUR A ROTATION CONTINUE

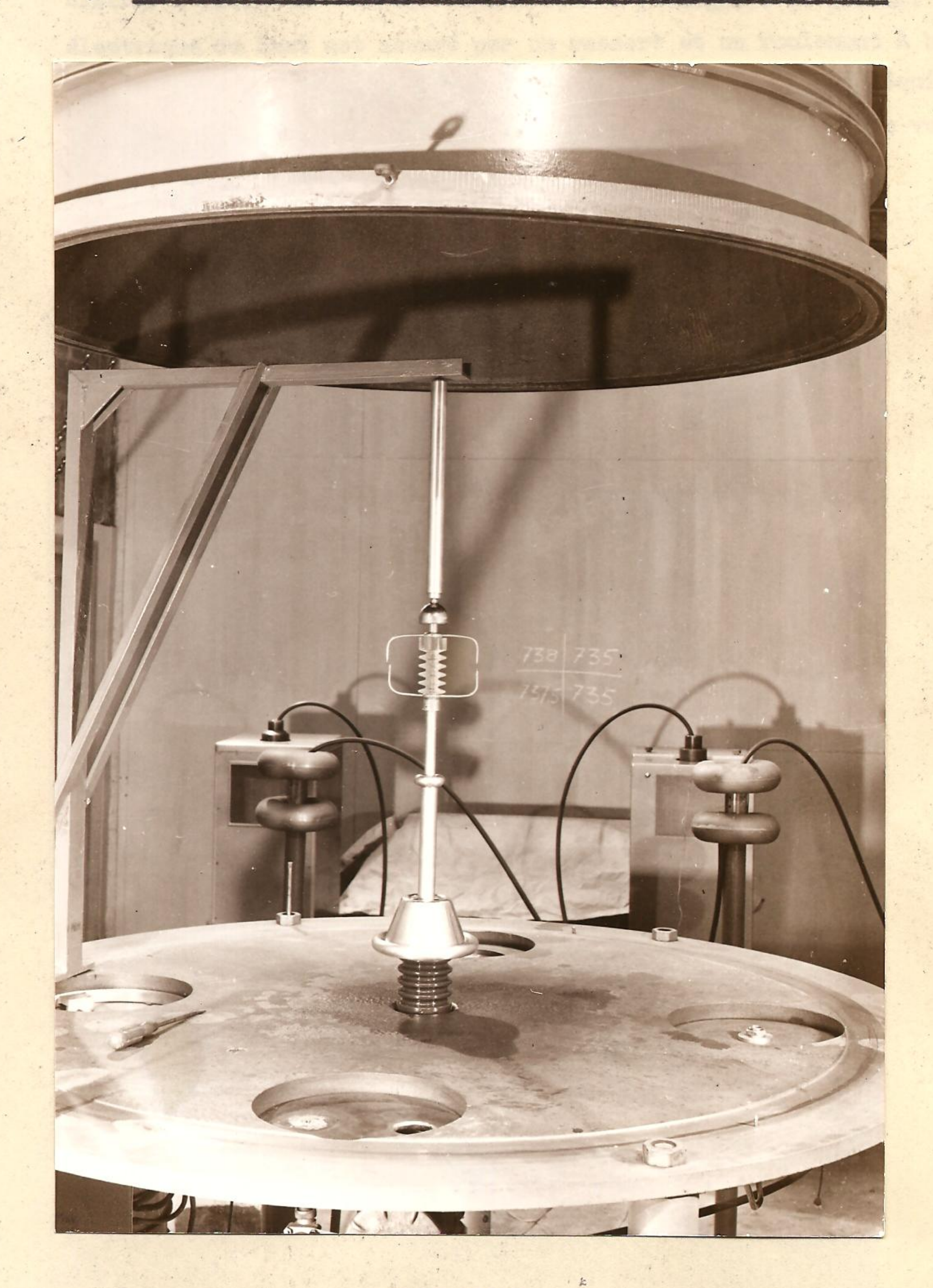


Photo n° 8

Le dispositif tournant que l'on voit au centre de la photo permet de faire des essais qualitatifs jusqu'à des tensions de 110 kV. Il est supporté par 2 roulements à billes de haute pré-

.../

cision. L'isolateur est une colonnette de plexiglas. Le contact électrique du haut est assuré par un ressort et un roulement à billes. Le couple résistant de l'ensemble est d'environ 1 g/cm. Les équipages d'essai sont tenus par les bras d'amenées de courant que l'on voit de part et d'autre de l'isolateur.

5 - DESCRIPTION DU DISPOSITIF DE TORSION

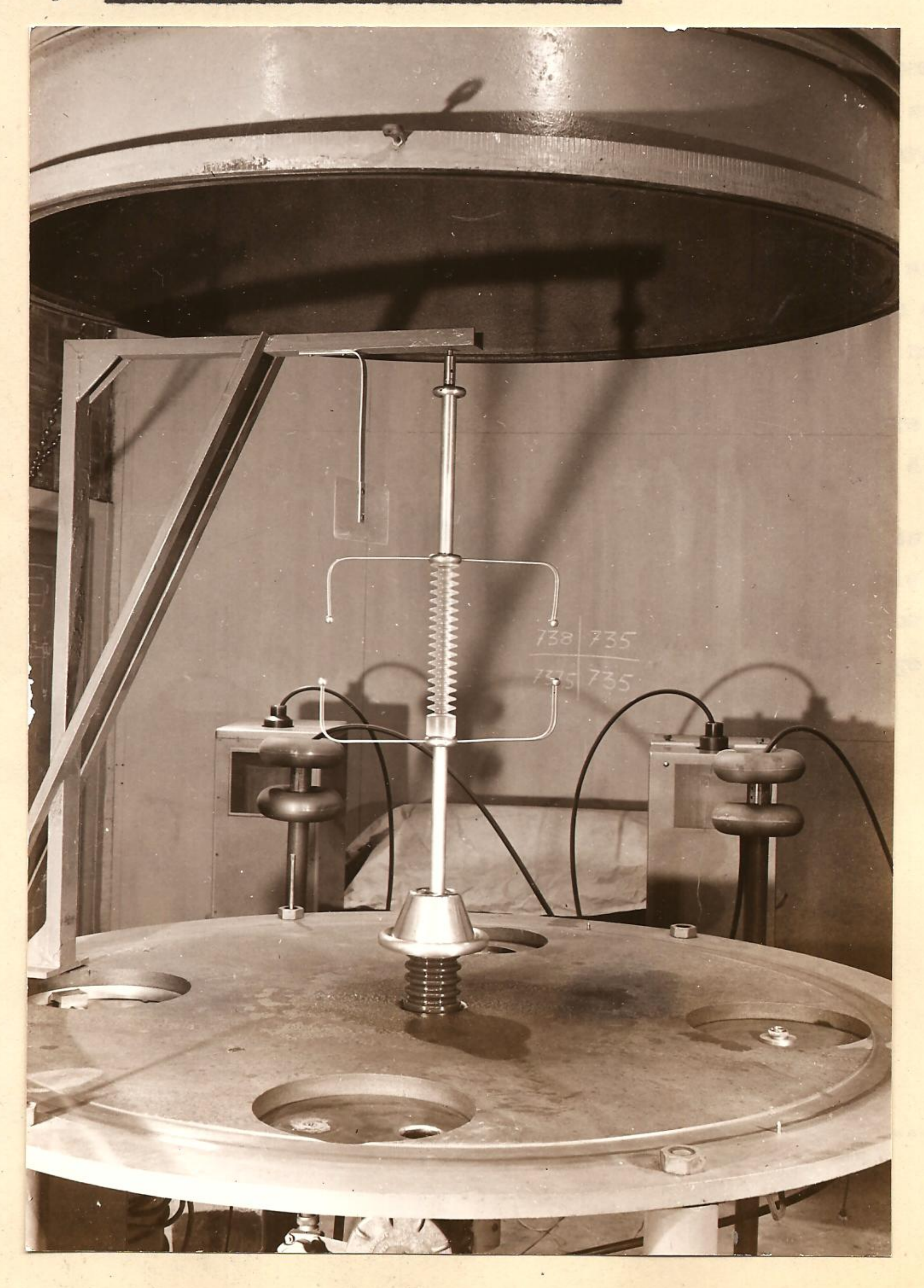


Photo n° 9

Ce dispositif permet de quantifier les essais faits en rotation, ou d'effectuer des essais qui demandent une plus grande sensibilité.

Il est constitué par :

- un isolateur en plexiglas qui est gradué en degrés à sa partie basse.

- 2 fils de torsion logés à l'intérieur des tubes, qui partent de l'isolateur ; longueur utile de chacun : 255 mm. - section à partir de 20/100 mm., - matière utilisée : acier-charge de rupture : 180 kg/mm2.

- un système d'amortissement qui plonge dans de l'huile silicone (photo n° 10). Ce système, placé à l'intérieur du cône que l'on voit sur la photo n° 9, permet d'opérer en champ nul.

- les bras d'aménée de courant, placés de part et d'autre de l'isolateur, qui permettent la fixation des équipages d'essais.

- les pièces des extrémités sur lesquelles sont fixés les fils de torsion. Elles permettent le verrouillage et le déverrouillage, de l'extérieur, de l'enceinte à vide, lorsque la cuve repose sur la platine (Voir phases de verrouillage et déverrouillage, pages 22 et 23).

..../

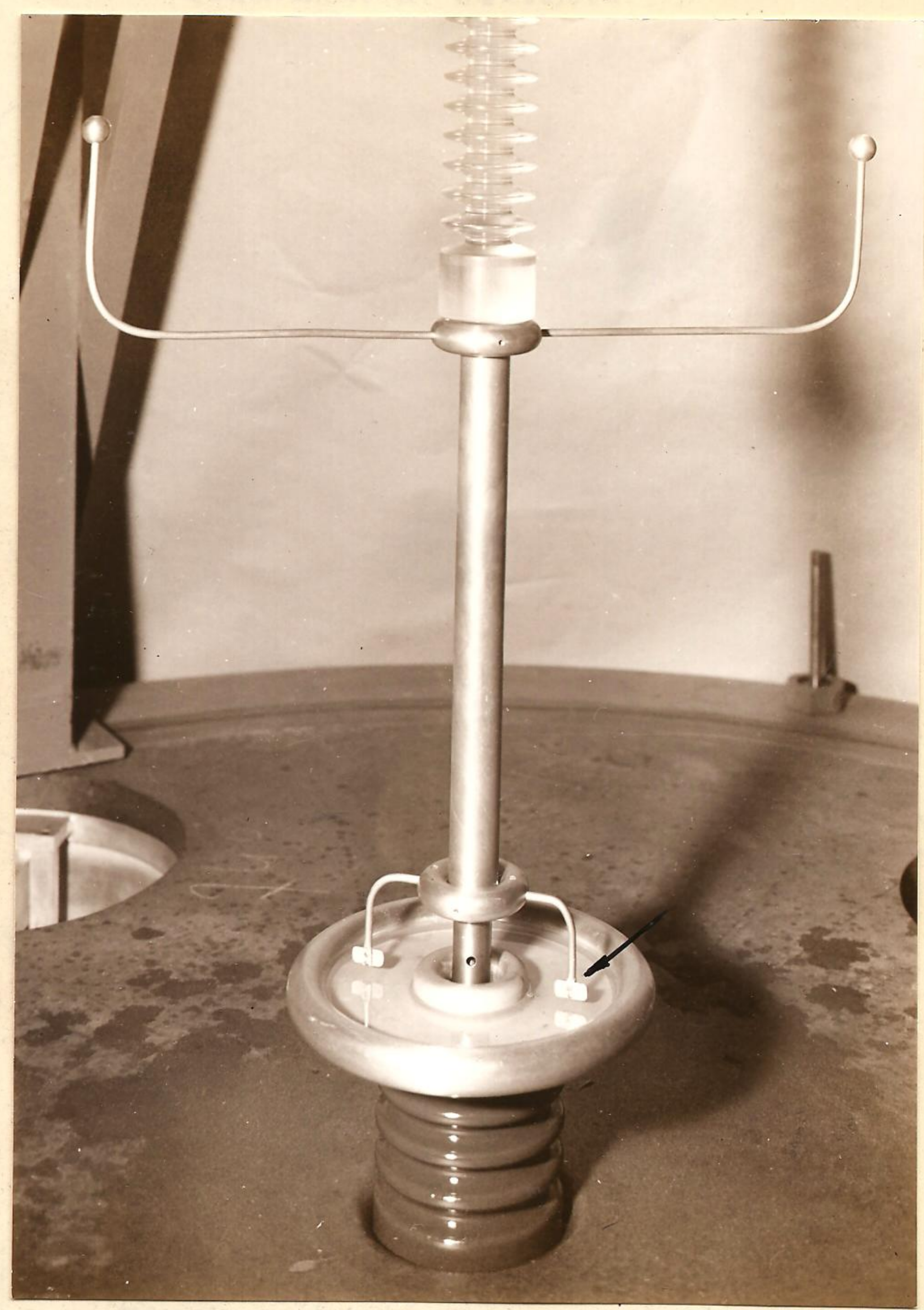
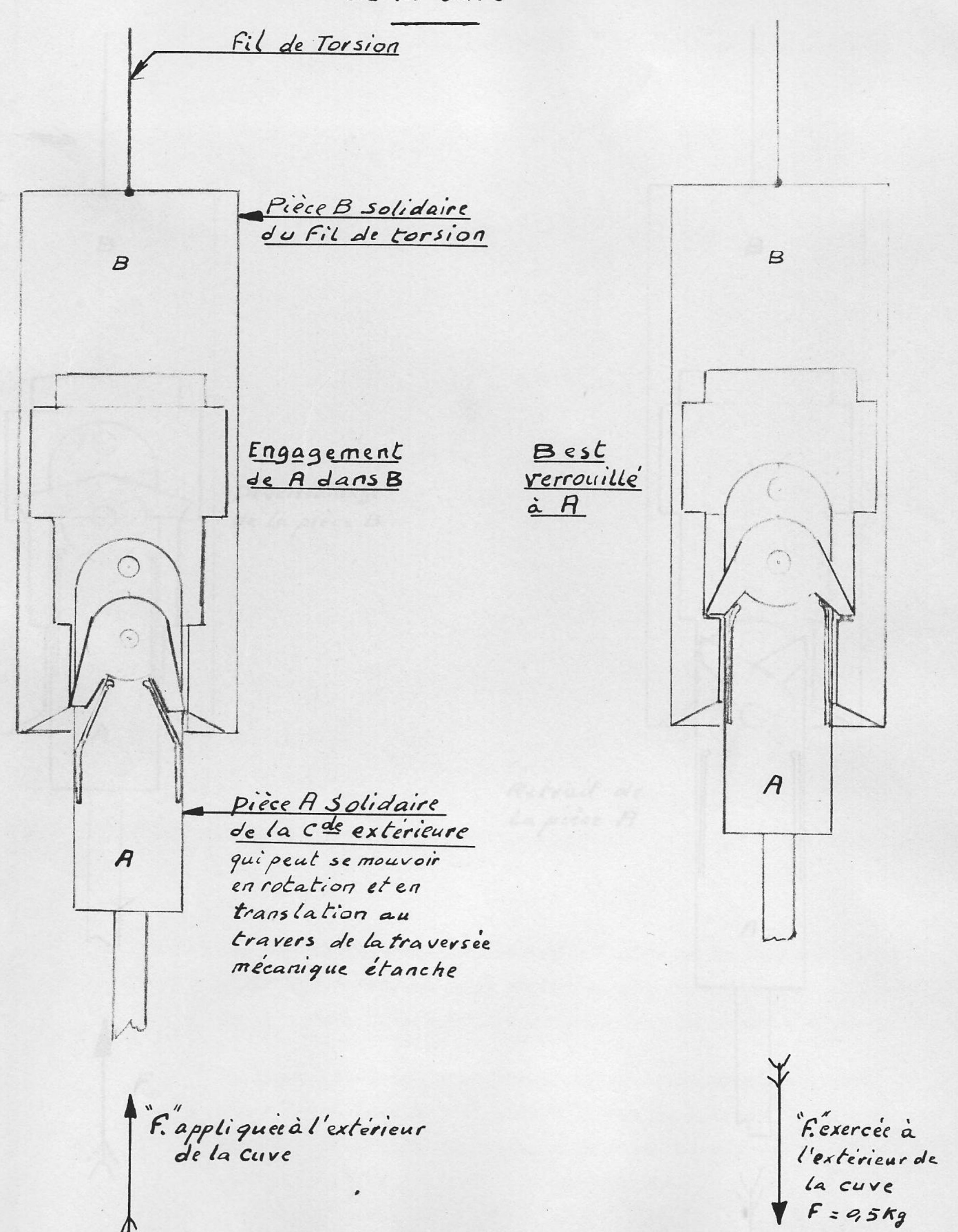
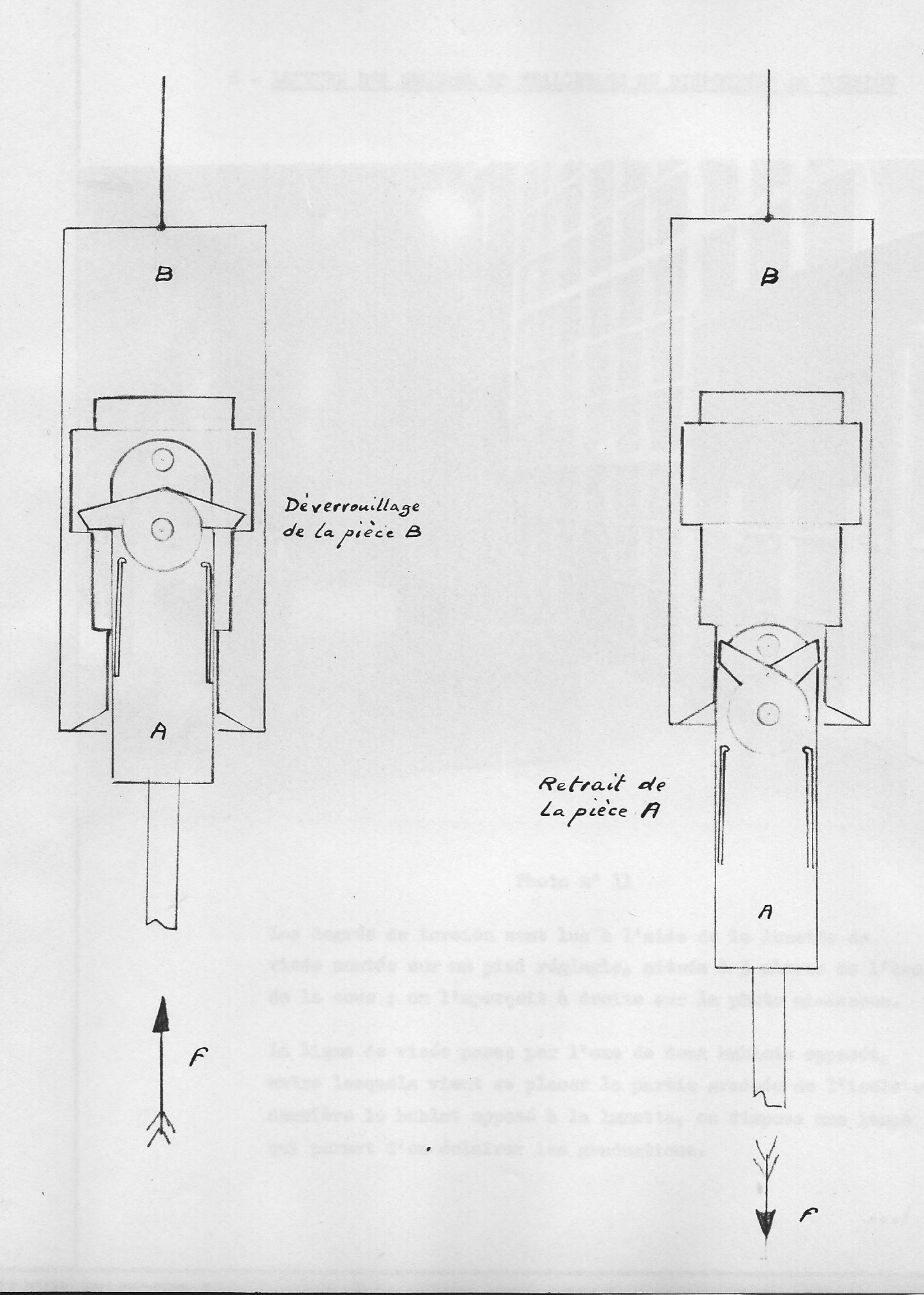


Photo n° 10

Système d'amortissement du dispositif de mesure en torsion.

.../


Echelle 2/1
Dispositif de verrouillage
du montage d'essai en torsion
Commandé de l'extérieur
de la cuve
Fil de Torsion
Pièce B solidaire
du Fil de torsion
B
Engagement
de A dans B
B est
verrouillé
à A
B
A
Pièce A Solidaire
de la Cde extérieure
qui peut se mouvoir
en rotation et en
translation au
travers de la traversée
mécanique étanche
A
"F." appliquée à l'extérieur
de la cuve
"F." exercée à
l'extérieur de
la cuve
F = 0,5 Kg


B
Déverrouillage
de la pièce B
A
F
B
Retrait de
La pièce A
A
F

6 - LECTURE DES MESURES ET ETALONNAGE DU DISPOSITIF DE TORSION

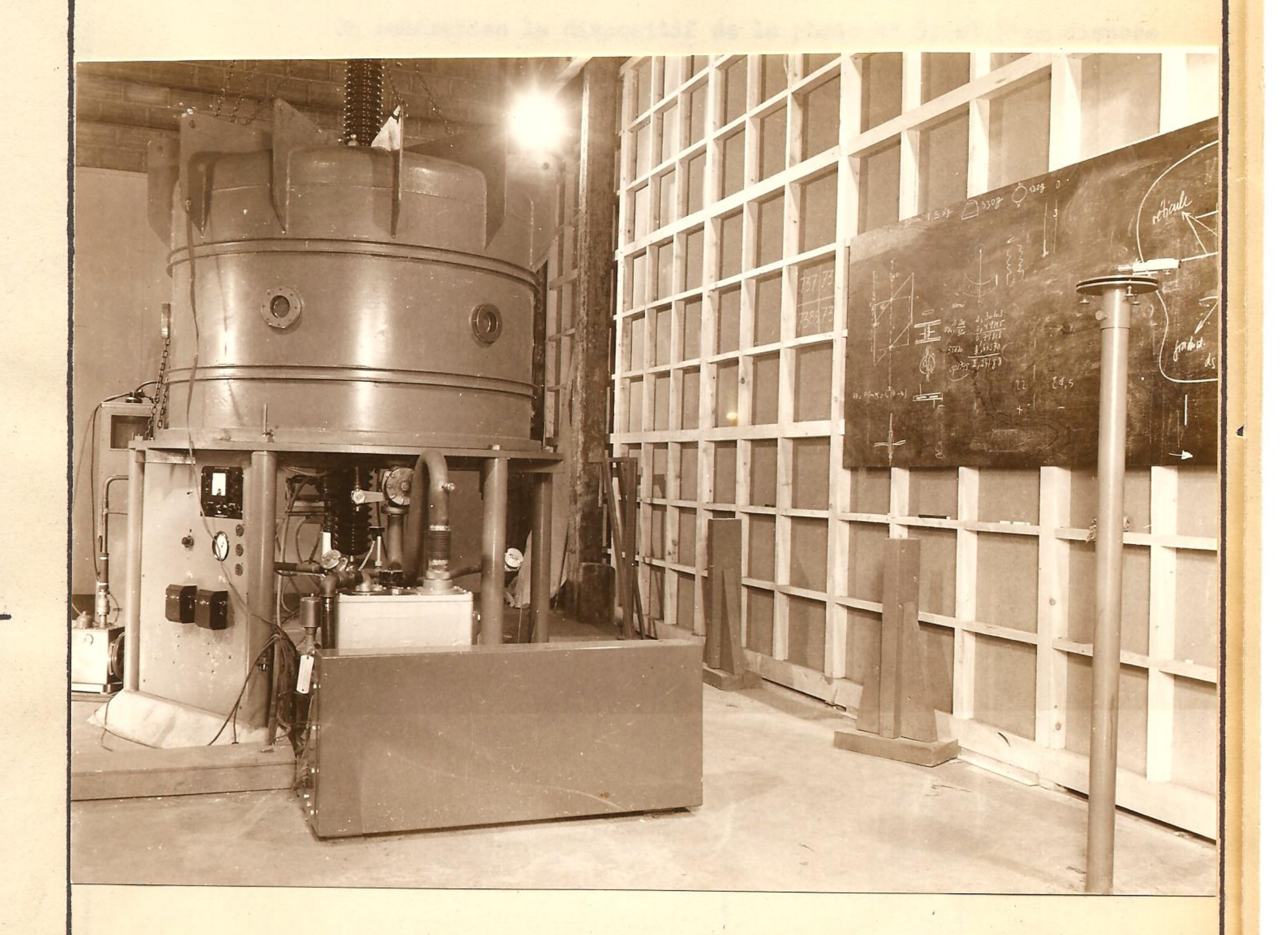


Photo n° 11

Les degrés de torsion sont lus à l'aide de la lunette de visée montée sur un pied réglagle, située à 3 mètres de l'axe de la cuve ; on l'aperçoit à droite sur la photo ci-dessus.

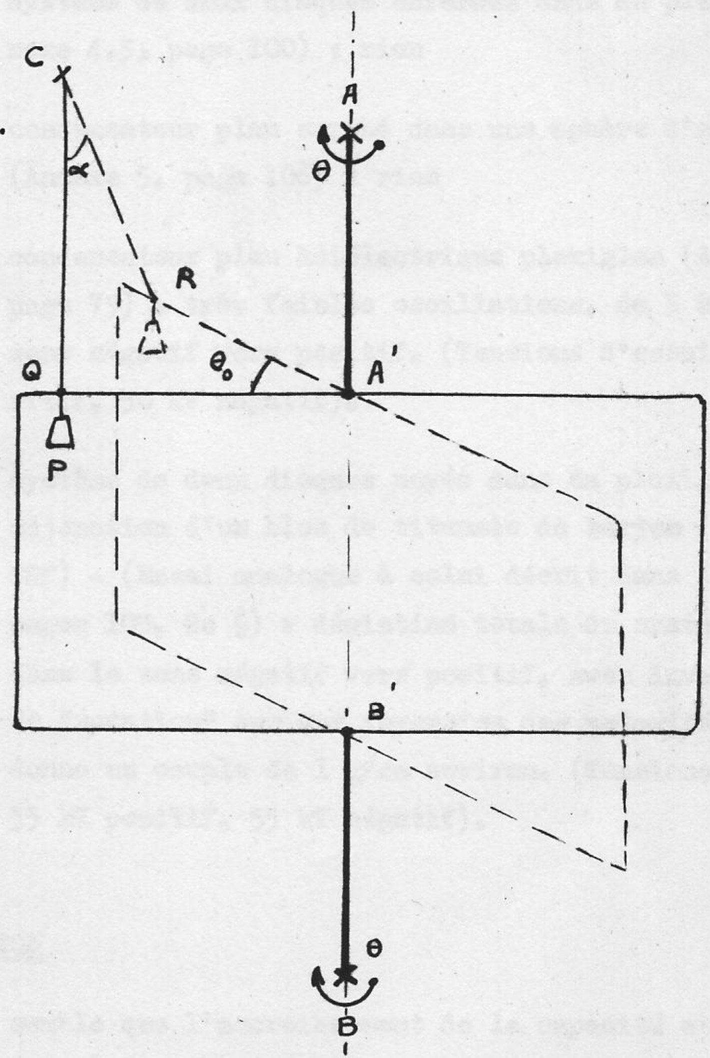
La ligne de visée passe par l'axe de deux hublots opposés, entre lesquels vient se placer la partie graduée de l'isolateur ; derrière le hublot opposé à la lunette, on dispose une lampe qui permet d'en éclairer les graduations.

.../

L'étalonnage du dispositif de torsion est réalisé de la façon suivante :

On schématise le dispositif de la photo n° 9, et l'on dispose un poids P de telle façon qu'il vienne effleurer le dispositif au repos.

AA' et BB' sont les 2 fils de torsion.



Si l'on exerce une torsion sur le système en faisant tourner les points A et B d'un angle θ, le dispositif aura effectué un angle θ_o en poussant P, de Q en R, P ayant décrit un angle le point C étant fixe.

L'effort à l'équilibre sera :

$$P \sin \alpha = C(\theta - \theta_o)$$

.../

P est connu

α , θ et θ_o sont mesurés.

On a :

$$C = \frac{P \sin \alpha}{\theta - \theta_o}$$

6 - RESULTATS d'ESSAIS

6.1 - ESSAIS EN ROTATION CONTINUE

La plupart des équipages décrits dans le rapport du 1.7.57 ont été essayés avec le même dispositif tournant central, en rotation continue.

Nous avons constaté qu'à l'exception du condensateur plan à diélectrique plexiglas (Rapport du 1.7.57, Annexe 3.5, page 79), et jusqu'aux tensions maximum applicables (environ 50 kV en négatif et 50 kV en positif, soit 100 kV de ddp) les "condensateurs" de divers types ne sont le siège d'aucun mouvement, compte tenu du frottement du système. Nous n'avons observé aucune oscillation de l'ensemble tournant.

Cependant, dans le cas du condensateur plan à diélectrique plexiglass le système n'est pas inerte, oscille très légèrement, et est le siège de vibrations assez fortes, dans le plan vertical. Ce phénomène est reproductible. Il peut peut-être s'agir d'attractions-répulsions que toutefois nous nous expliquons mal, vu les dimensions de l'enceinte à vide.

.../

6.2 - ESSAIS EN TORSION

Afin d'augmenter la sensibilité du système de détection de forces, nous avons construit un dispositif de torsion. Les résultats sont les suivants :

- système disque-fil (Annexe 3.3.2, page 56) : rien

- système de deux disques enfermés dans du plexiglas (Annexe 4.3, page 100) : rien

- condensateur plan enrobé dans une sphère d'araldite (Annexe 5, page 106) : rien

- condensateur plan àdiélectrique plexiglas (Annexe 3.5, page 79) : très faibles oscillations, de 3 à 4°, dans le sens négatif vers positif. (Tensions d'essai : 50 kV positif, 50 kV négatif).

- système de deux disques noyés dans du plexiglas, avec adjonction d'un bloc de titanate de baryum (TB 6000 de CSF) - (Essai analogue à celui décrit dans l'Annexe 4.5, pages 103, 2e §) : déviation totale du système de 30°, dans le sens négatif vers positif, avec inversion du sens de "rotation" sur une inversion des polarités ; cela nous donne un couple de 1 g/cm environ. (Tensions d'essai : 55 kV positif, 55 kV négatif).

7 - CONCLUSION

Il nous semble que l'accroissement de la capacité et notamment (ou surtout ?) la présence d'un diélectrique à forte constante, rend le phénomène plus vigoureux.